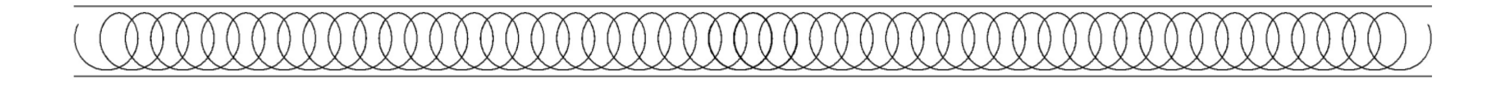
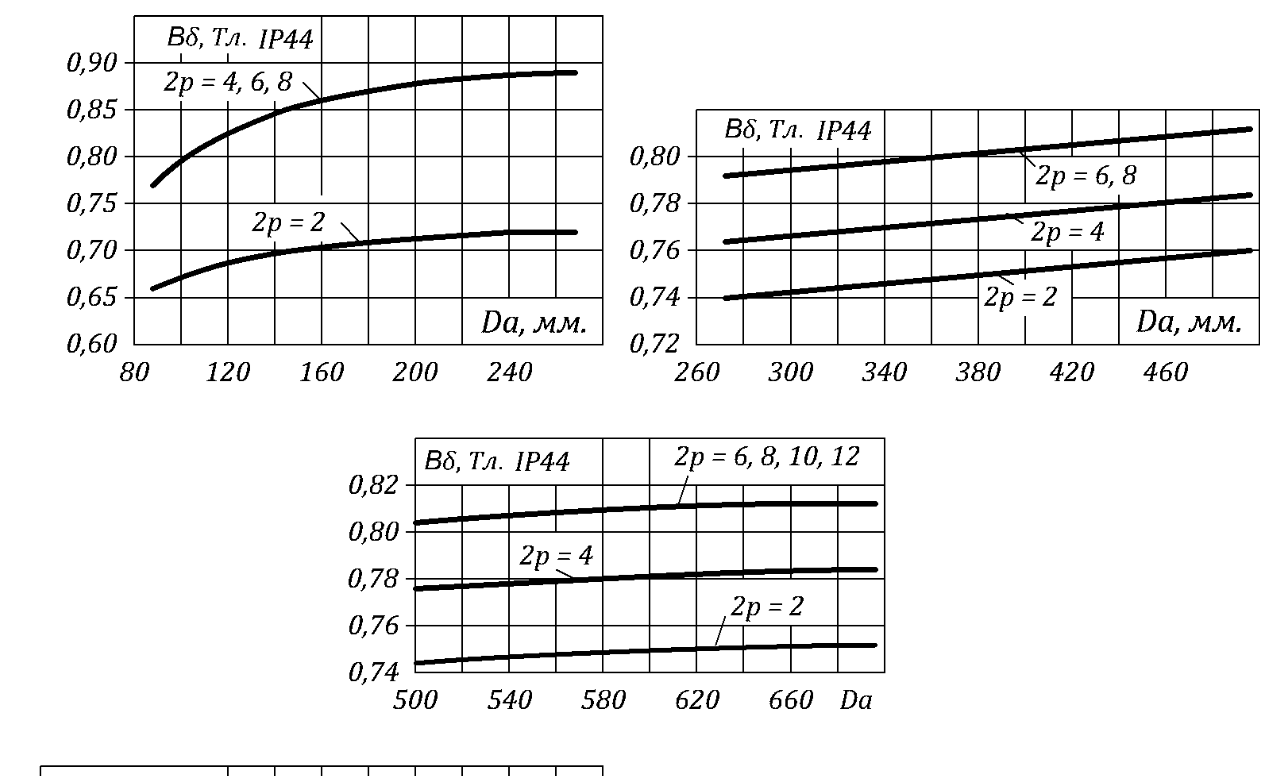


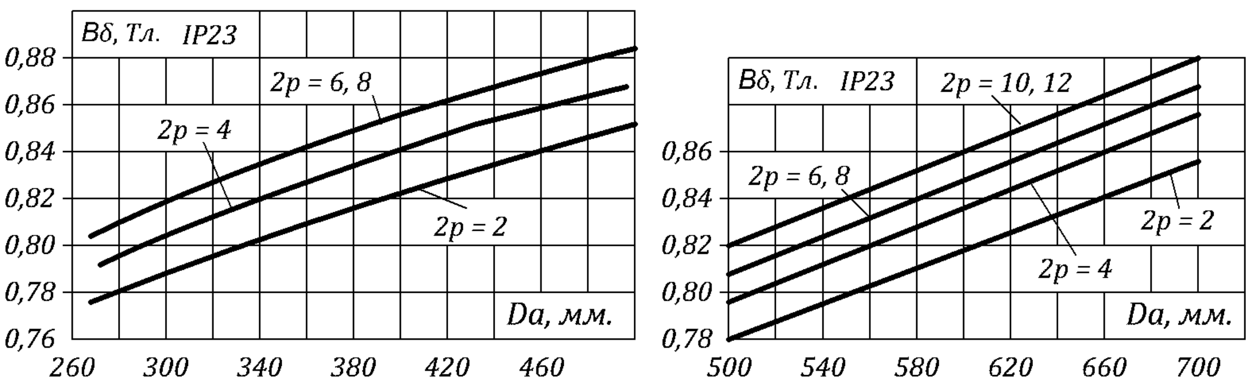
Приложения к расчету асинхронного двигателя до 100 *кВт* с короткозамкнутым ротором. С охлаждением вентилятором на валу IP23 – IP54.



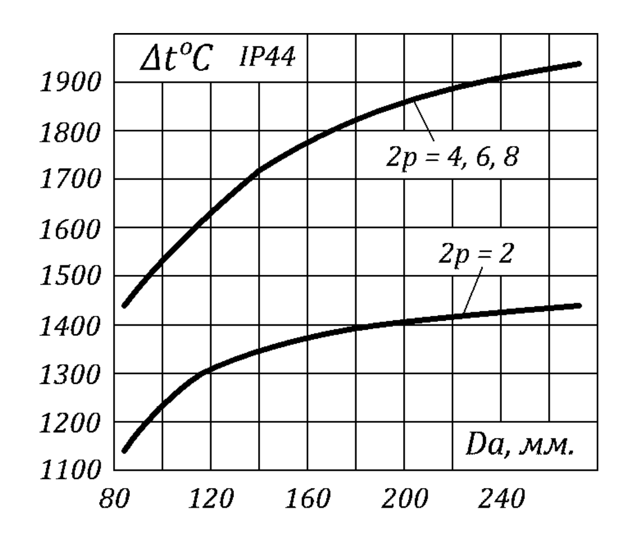
Rev. 01   30 March 2025

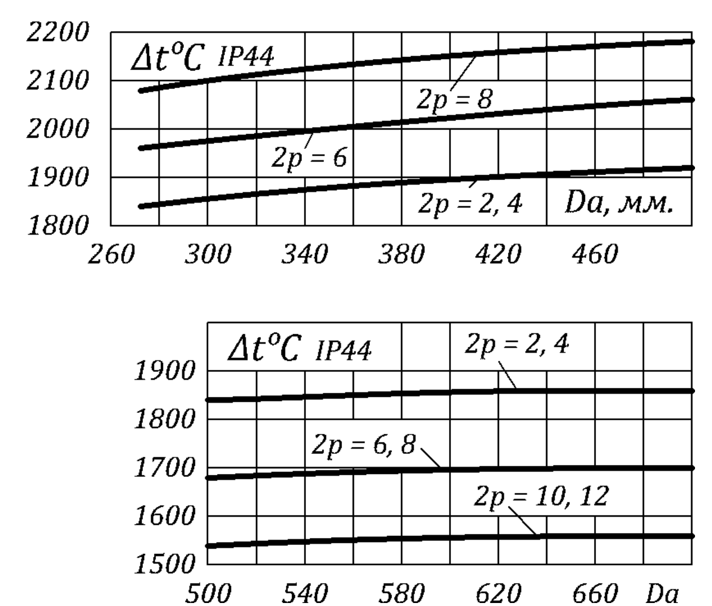
Гурин Я. С., Кузнецов Б. И. Проектирование серий электрических машин, 1978 г.

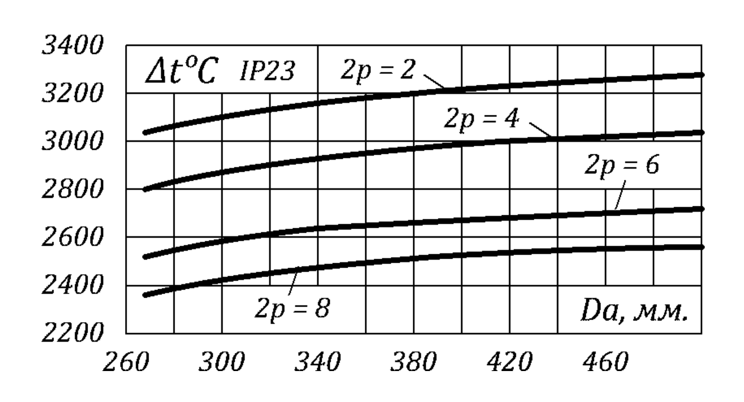


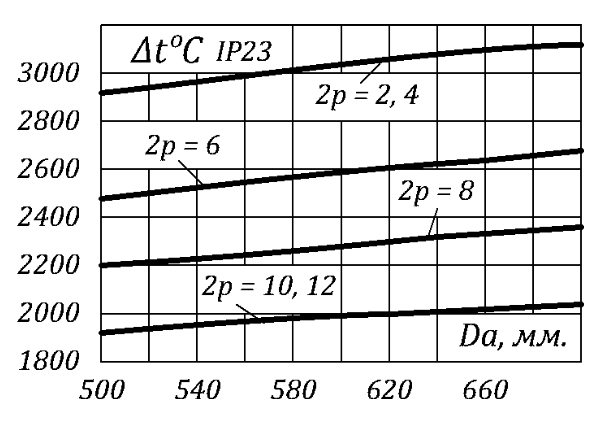


Средние значения $B\delta$ асинхронных двигателей со степенью защиты IP44 и IP23 до 660V с охлаждением вентилятором на валу при внешнем диаметре статора, *Da*, *мм*.









Средние значения фактора нагрева Δt^oC асинхронных двигателей со степенью защиты IP44 и IP23 с охлаждением вентилятором на валу до 660V при внешнем диаметре статора *Da, мм*.

В зависимости от класса нагревостойкости используется поправка согласно таблице умножением на соответствующий коэффициент принятого значения Δt^oC.

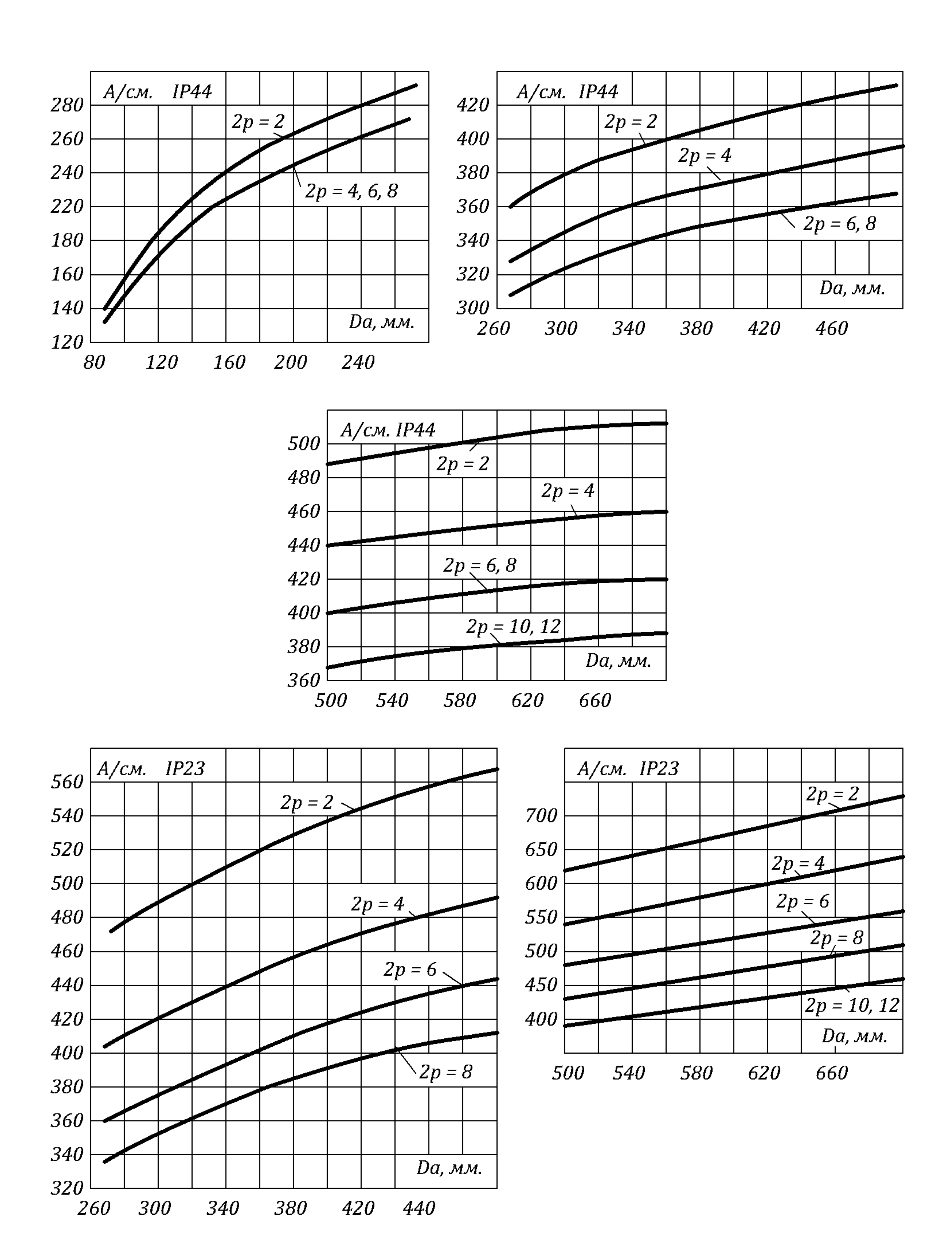
высота оси вращения, *h*.	коэффициент поправки Δt^oC при классе		
	B	F	H
50 – 132 *мм*.	1,0	1,33	1,75
более 160 *мм*	0,75	1,0	1,30

Средние значения магнитной индукции в ярме статора (до 660V).

высота оси вращения, *h*.	2*p*	*Bc, Тл*.	
		IP44	IP23
50 – 132	2, 4	1,50 – 1,65	–
	6	1,45 – 1,60	–
	8	1,20 – 1,35	–
180 – 250	2, 4	1,45 – 1,60	1,55 – 1,70
	6	1,35 – 1,50	1,45 – 1,60
	8	1,10 – 1,20	1,20 – 1,30
280 – 355	2, 4, 6	1,35 – 1,50	1,45 – 1,55
	8, 10	1,30 – 1,45	1,40 – 1,55
	12	1,15 – 1,30	1,25 – 1,40

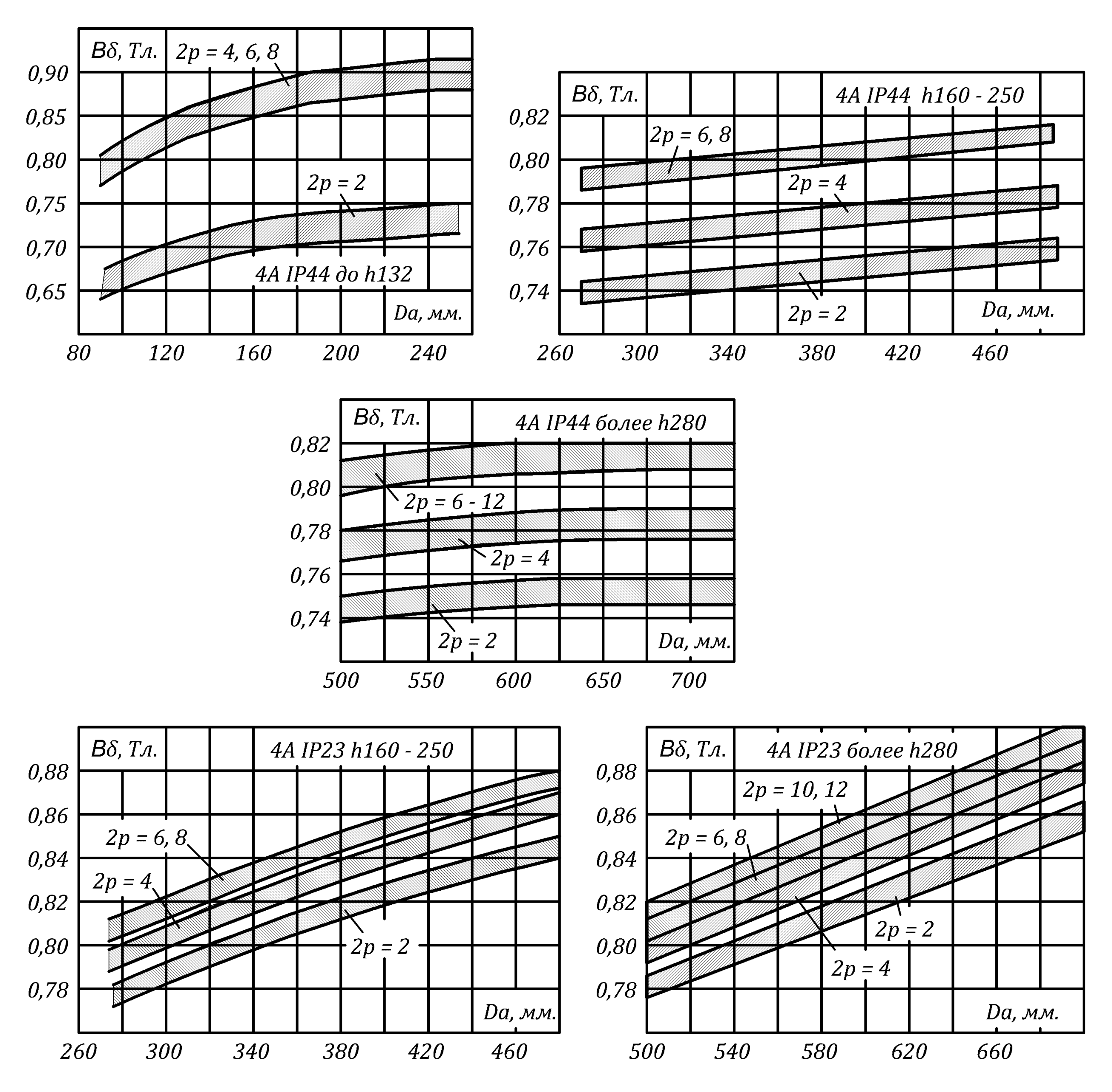
Средние значения магнитной индукции в зубцах статора с параллельными стенками паза.	высота оси вращения, *h*.	2*p*	*Bz, Тл*.	
			IP44	IP23
	50 – 132	2, 4, 6	1,75 – 1,95	–
		8	1,70 – 1,90	–
	160 – 250	2	1,75 – 1,95	1,90 – 2,10
		4, 6, 8	1,70 – 1,85	1,80 – 2,00
	280 – 315	10, 12	1,60 – 1,80	1,70 – 1,90

Средние значения магнитной индукции в зубцах с полуоткрытыми и с открытыми пазами.	высота оси вращения, *h*.	форма паза	2*p*	*Bz, Тл*.	
				IP44	IP23
	280 – 355	полуоткрытые	2	1,75 – 1,96	1,90 – 2,10
			4 – 12	1,70 – 1,85	1,80 – 2,00
	400 – 500	открытые	4 – 12	1,60 – 1,80	1,70 – 1,90



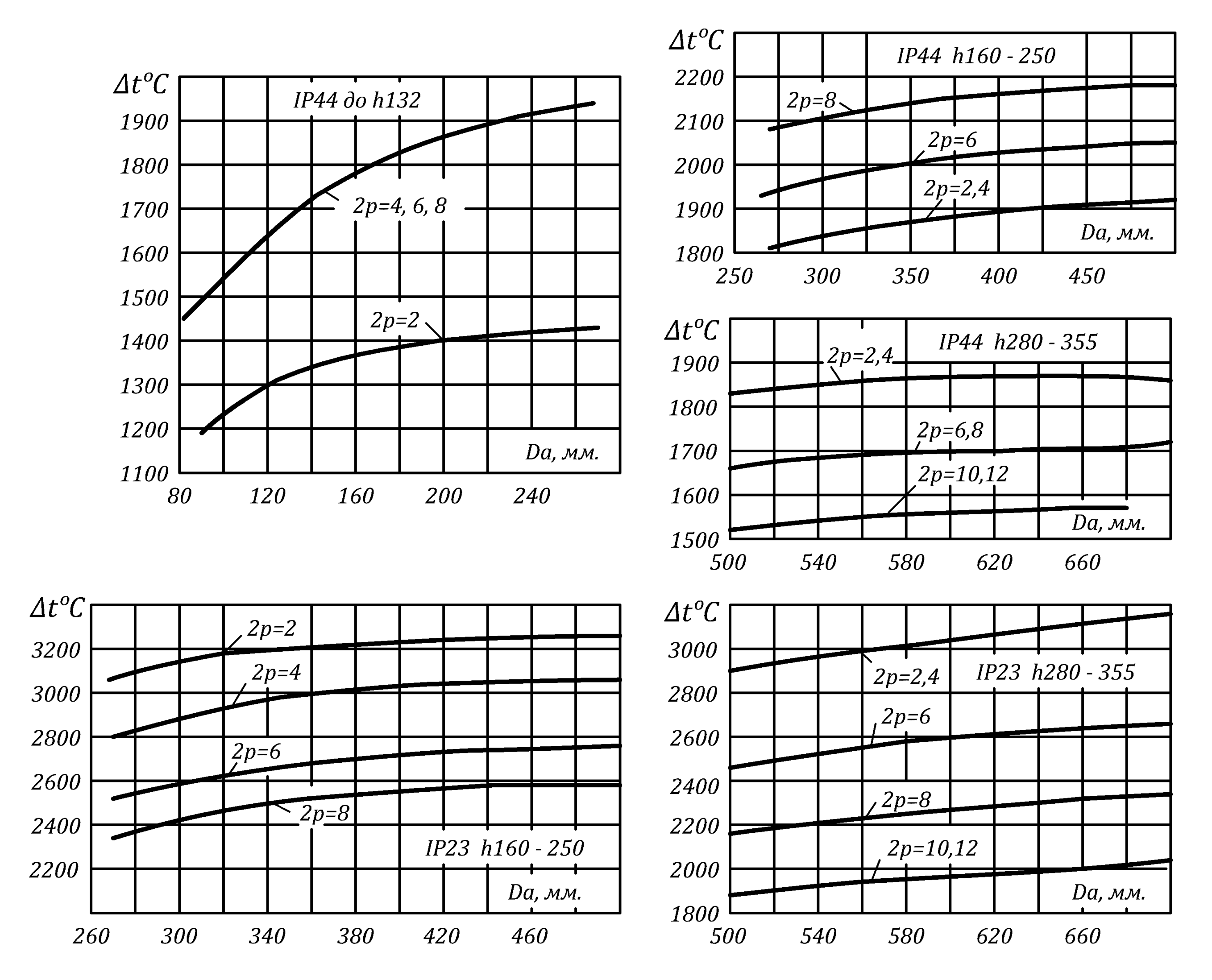
Средние значения линейной нагрузки *A/см*. в зависимости от внешнего диаметра, количества полюсов и степени защиты IP23 или IP44.

Копылов И. П. "Проектирование электрических машин" 1980 г.

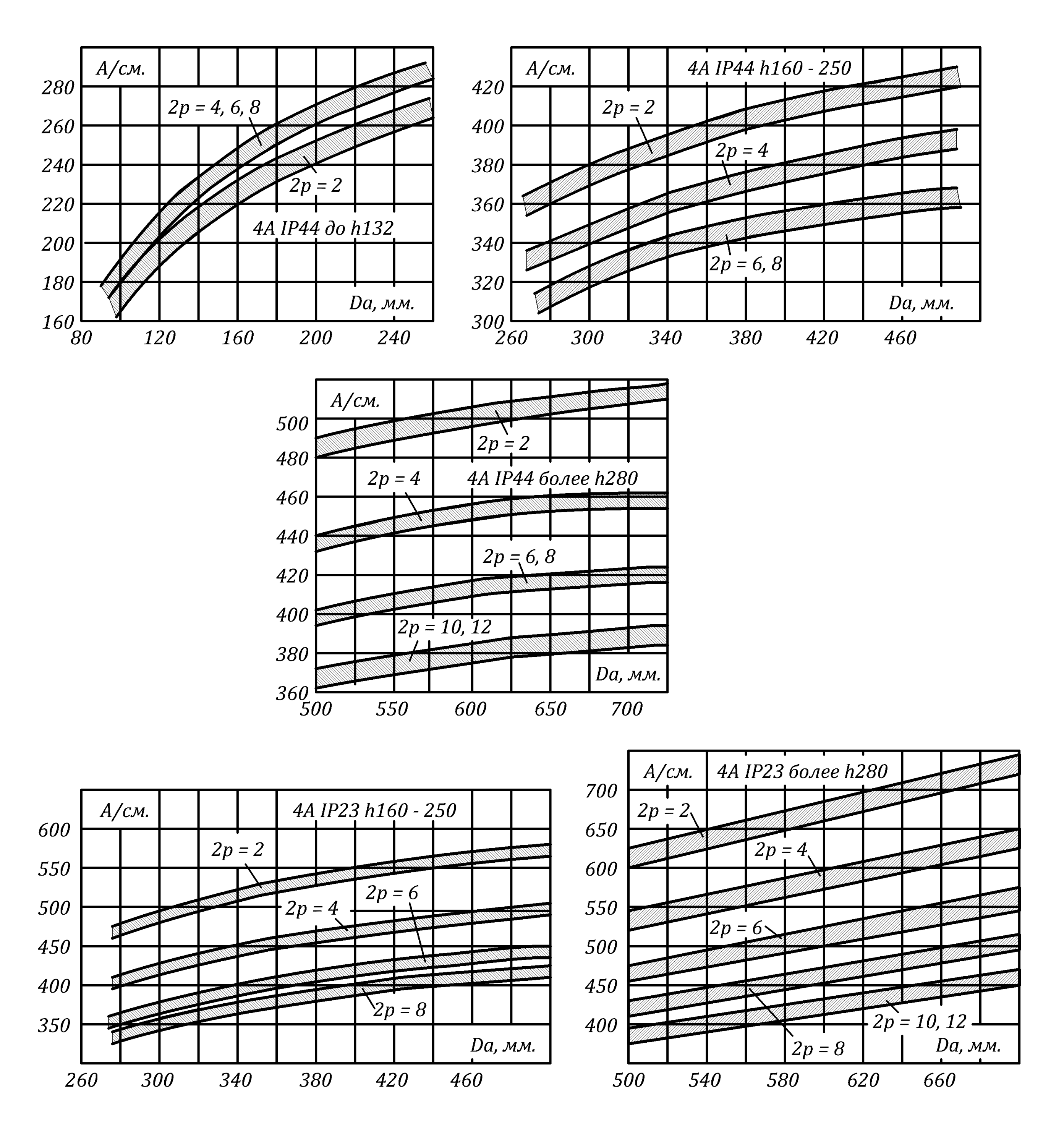


Средние магнитные нагрузки обдуваемых асинхронных электродвигателей серии 4А при внешнем диаметре статора, *мм*. (и высоте оси вращения) и количестве полюсов при IP44 и IP23.

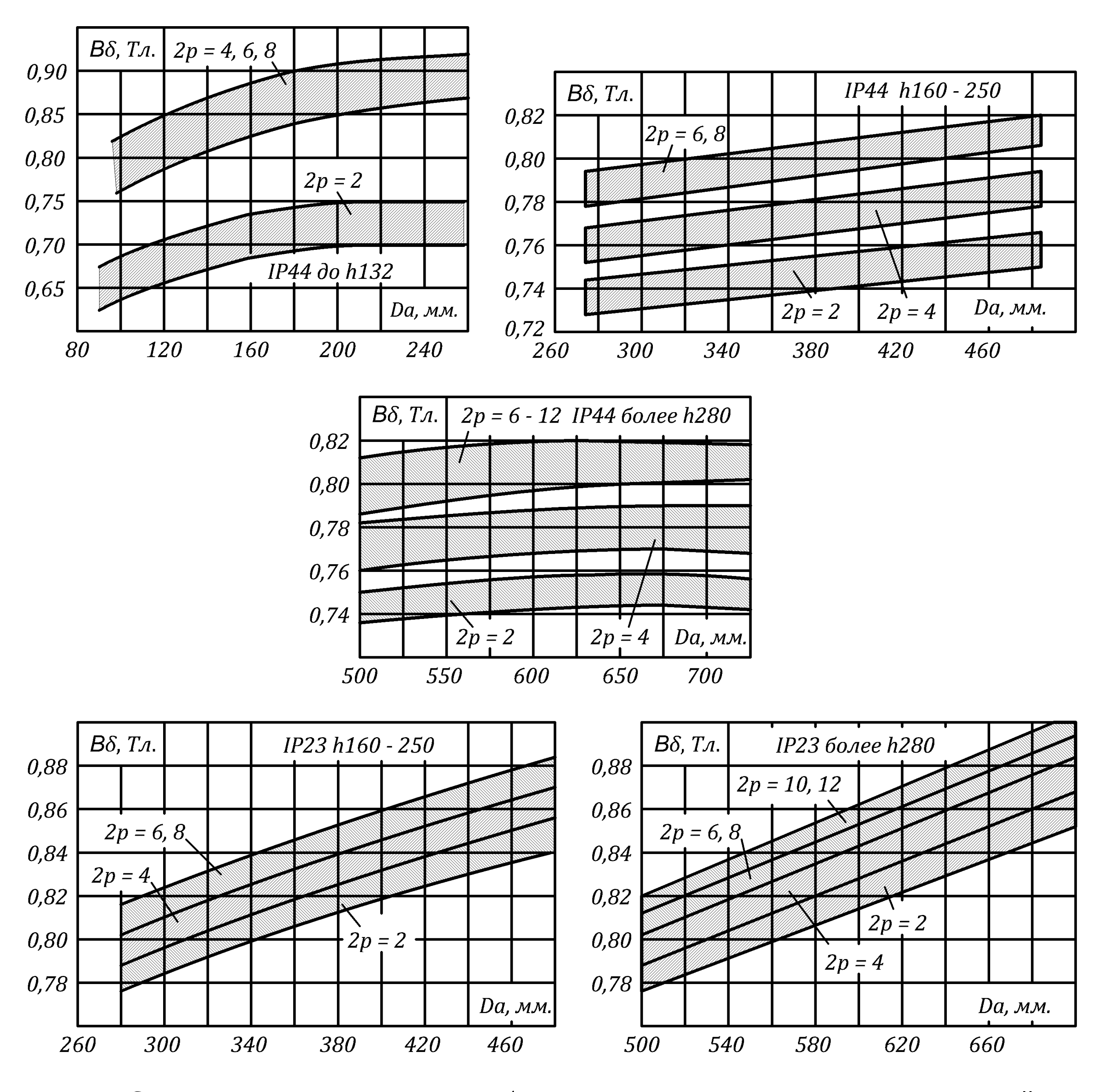
Копылов И. П. "Проектирование электрических машин" 1980 г.



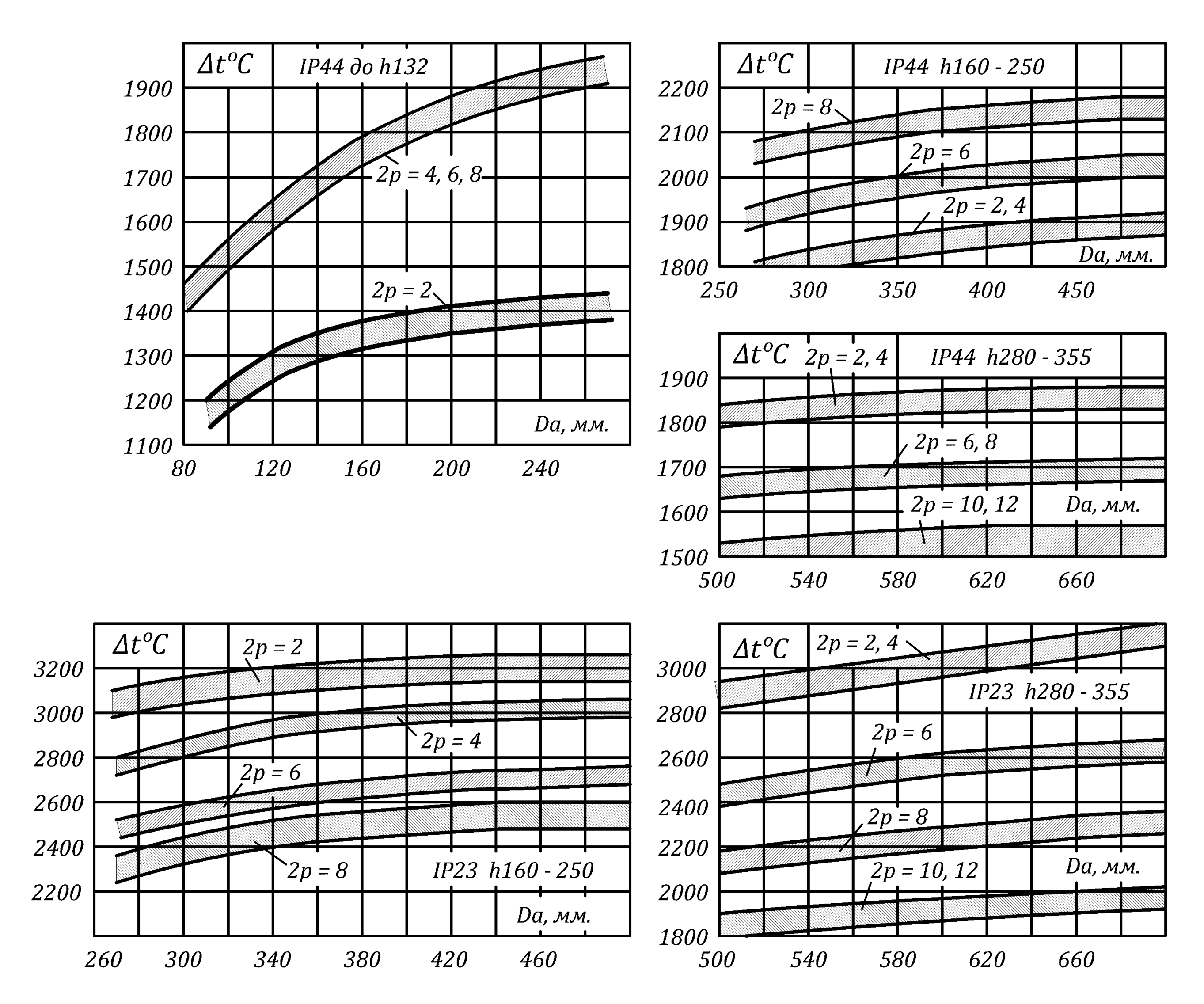
Средние значения фактора нагрева $\Delta t°C$ асинхронных обдуваемых электродвигателей со степенью защиты IP44 и IP23 в зависимости от внешнего диаметра статора *Da*, *мм*.



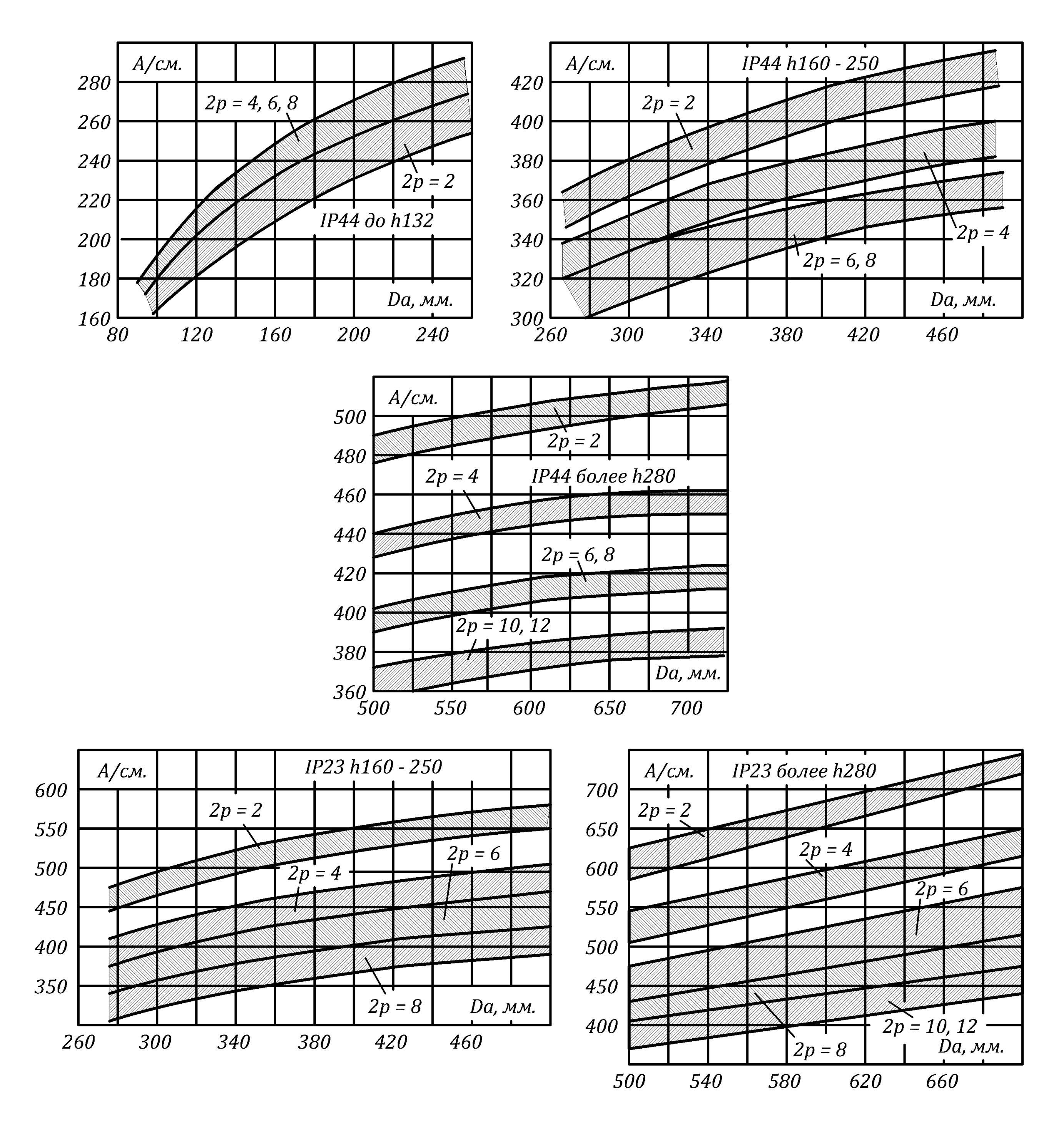
Средние значения линейной нагрузки *A/см*. асинхронных обдуваемых электродвигателей со степенью защиты IP44 и IP23 в зависимости от внешнего диаметра статора *Da, мм*.



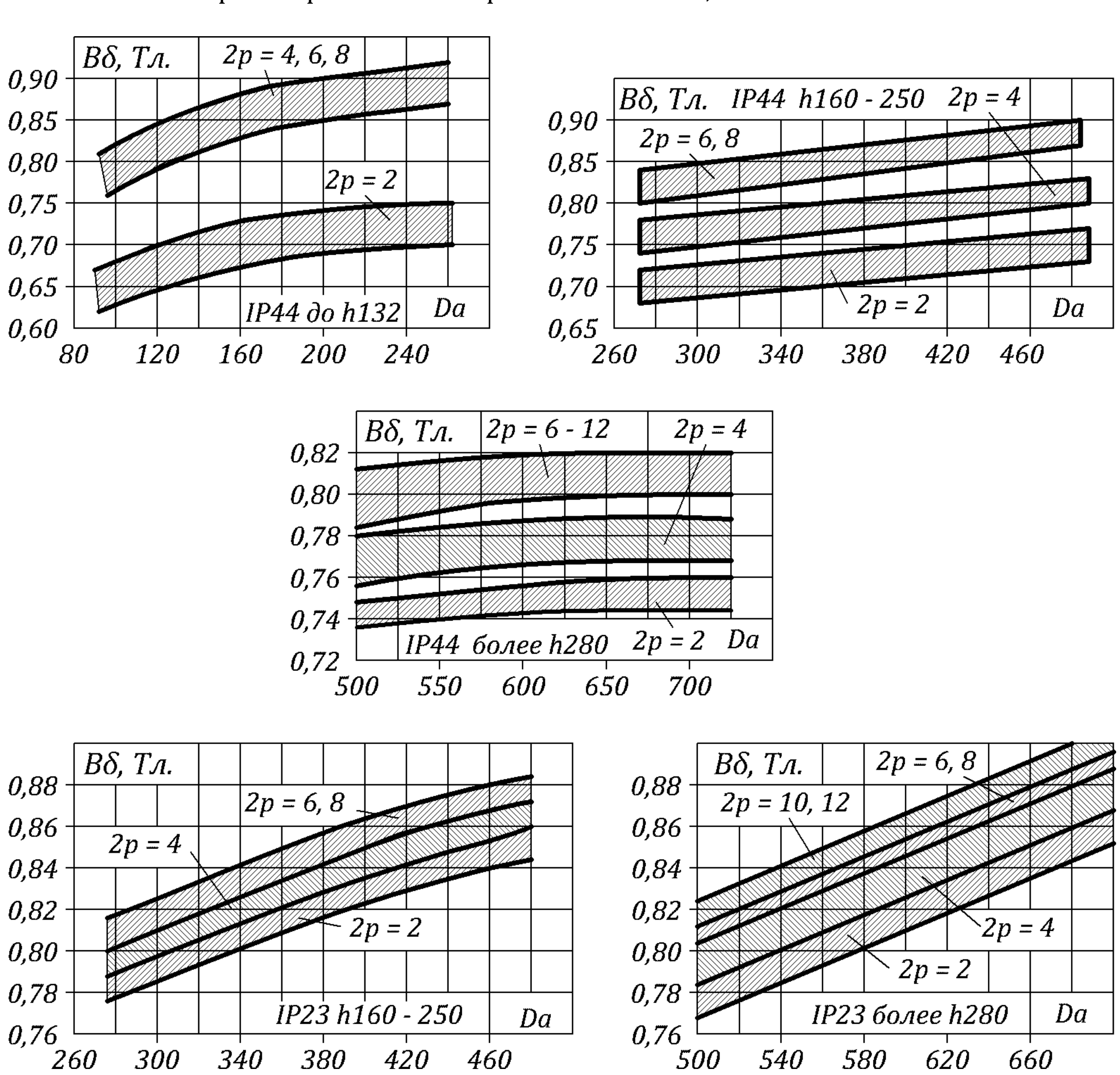
Средние магнитные нагрузки обдуваемых асинхронных электродвигателей при внешнем диаметре статора, *Da*, *мм*. (и высоте оси вращения) и количестве полюсов при IP44 и IP23.



Средние значения фактора нагрева $\Delta t°C$ асинхронных обдуваемых электродвигателей со степенью защиты IP44 и IP23 в зависимости от внешнего диаметра статора *Da*, *мм*.



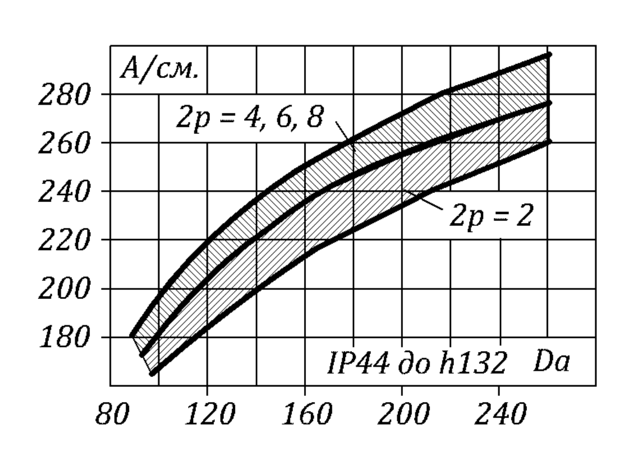
Средние значения линейной нагрузки *А/см*. асинхронных обдуваемых электродвигателей со степенью защиты IP44 и IP23 в зависимости от внешнего диаметра статора *Da*, *мм*.

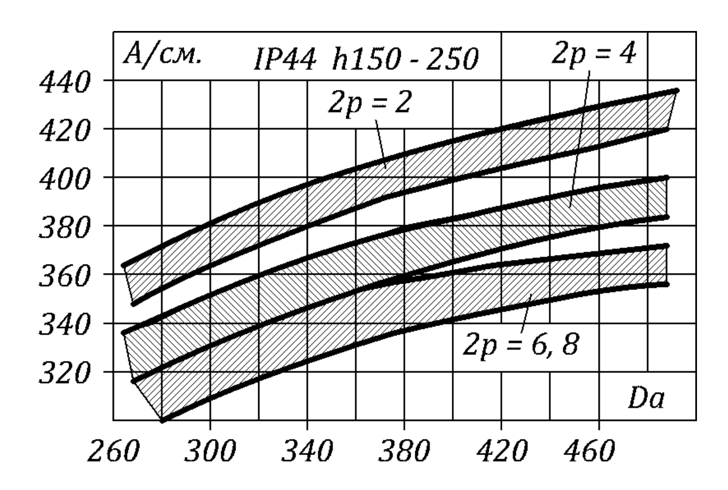


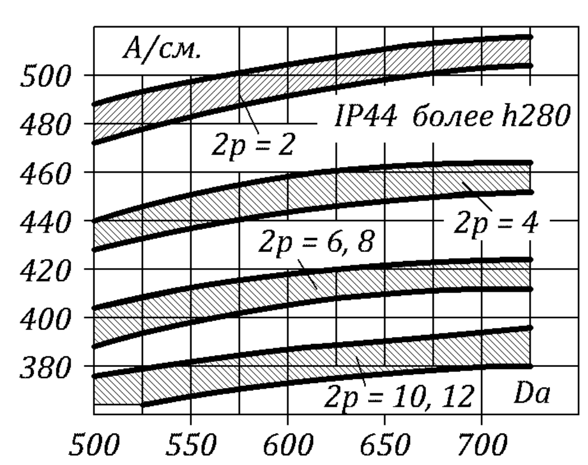
Средние магнитные нагрузки обдуваемых асинхронных электродвигателей
при внешнем диаметре статора *Da*, *мм*. (и высоте оси вращения)
и количестве полюсов при IP44 и IP23.

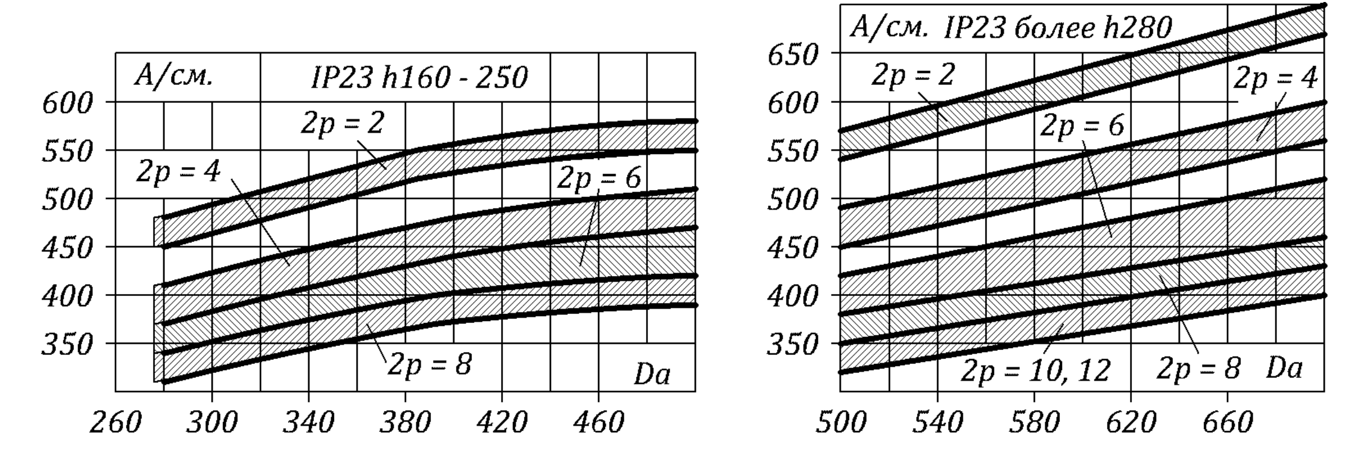
Допустимые значения индукции
на участках магнитной цепи асинхронных электродвигателей.

участок магнитной цепи	IP44					IP23				
при числе полюсов 2*p*	2	4	6	8	10 и 12	2	4	6	8	10 и 12
ярмо статора, *Bc, Тл.*	1,4 – 1,6			1,15 – 1,35	1,1 – 1,2	1,45 – 1,6		1,2 – 1,4		1,1 – 1,3
зубцы статора при их постоянном сечении, обмотка из круглого провода										
Bz, Тл.	1,6 – 1,9				1,6 – 1,8	1,8 – 2,05		1,7 – 1,95		1,6 – 1,9
зубцы статора в наиболее узком месте их сечения										
полуоткрытые пазы *Bz, Тл.*	1,75 – 1,95					1,9 – 2,1			1,8 – 2,0	
открытые пазы *Bz, Тл.*	1,6 – 1,9					1,7 – 2,0				
ярмо ротора										
короткозамкнутого, *Bc, Тл.*	1,45	1,4	1,2	1,0		1,55	1,5	1,3	1,1	
фазного, *Bc, Тл.*	1,3		1,15	0,9		1,4		1,2	1,0	
зубцы ротора при постоянном их сечении (трапецеидальные пазы)										
Bz, Тл	1,7 – 1,95					1,75 – 2,0				
зубцы ротора в наиболее узком месте их сечения										
короткозамкнутого, *Bz, Тл.*	1,5 – 1,7		1,6 – 1,9			1,75 – 2		1,7 – 1,95		
фазного, *Bz, Тл.*	1,75 – 2,15		1,7 – 1,95			1,9 – 2,2		1,85 – 2,1		









Средние значения линейной нагрузки *A/см*. асинхронных обдуваемых электродвигателей со степенью защиты IP44 и IP23 в зависимости от внешнего диаметра статора *Da, мм*.

Δt°C IP44 до h132 2p = 4, 6, 8 2p = 2 Da

Δt°C IP44 h160 - 250 2p = 8 2p = 6 2p = 2, 4 Da

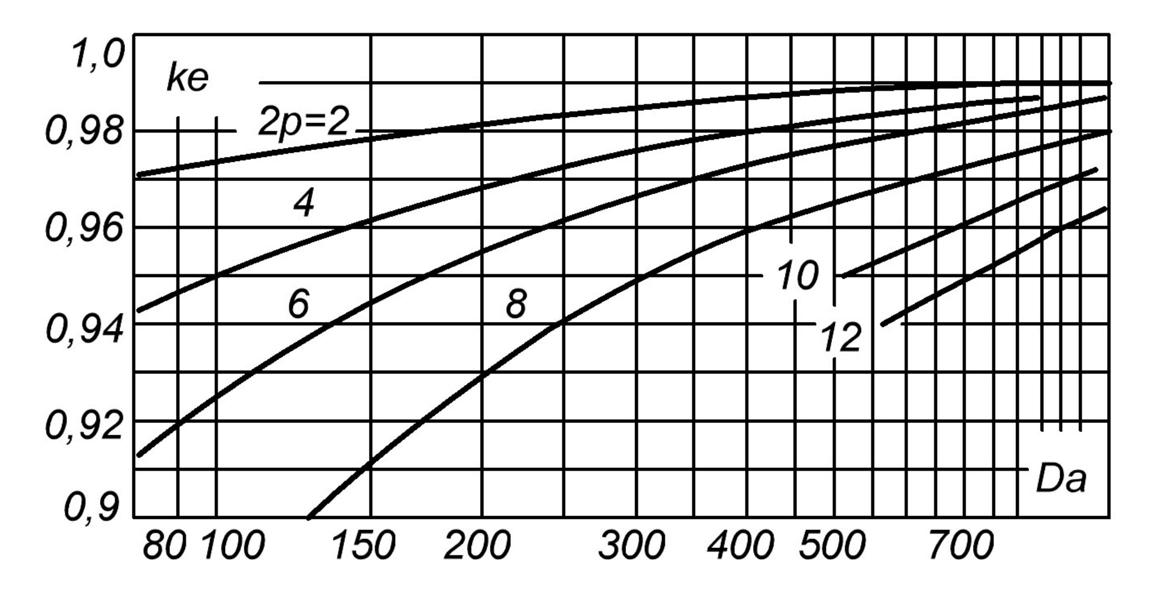
Δt°C IP44 h280 - 355 2p = 2, 4 2p = 6, 8 Da 2p = 10, 12

Δt°C IP23 h160 - 250 2p = 2 2p = 4 2p = 6 2p = 8 Da

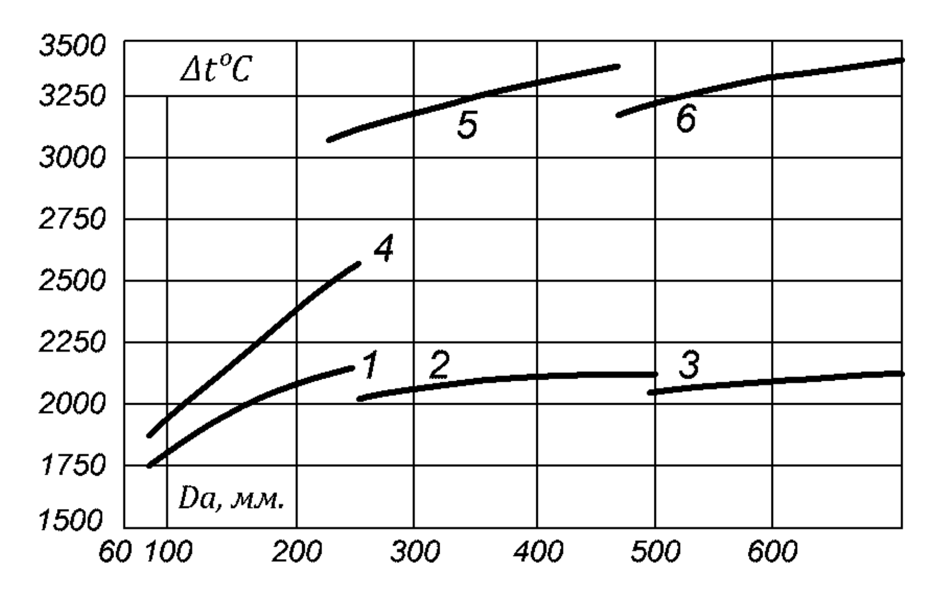
Δt°C 2p = 2, 4 IP23 h280 - 355 2p = 6 2p = 8 2p = 10, 12 Da

Средние значения фактора нагрева *Δt°C* асинхронных обдуваемых электродвигателей со степенью защиты IP44 и IP23 в зависимости от внешнего диаметра статора *Da, мм*.

Падение напряжения *ke*, в зависимости от внешнего диаметра статора и полюсности.



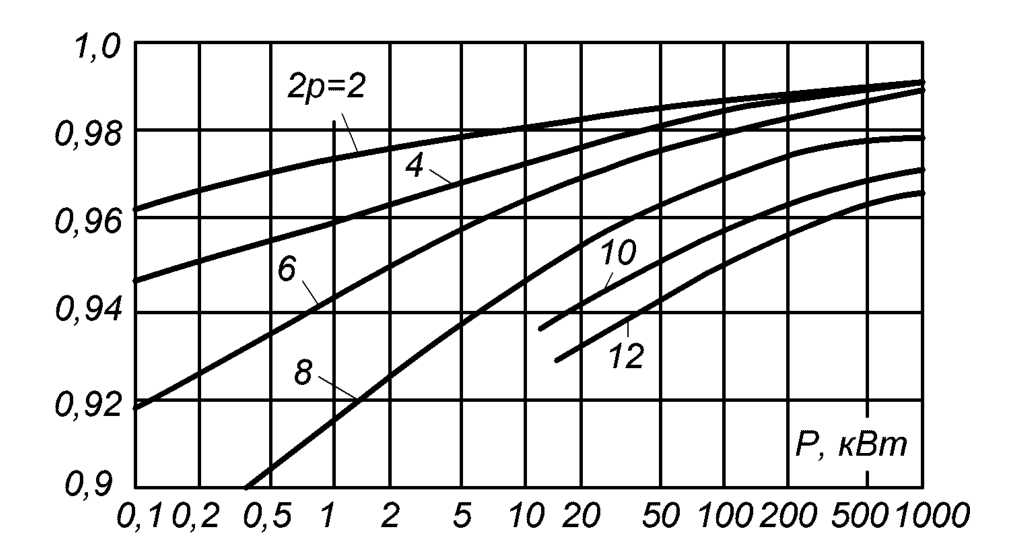
Голдберг О. Д. и др. "Проектирование электрических машин" 1984 г.



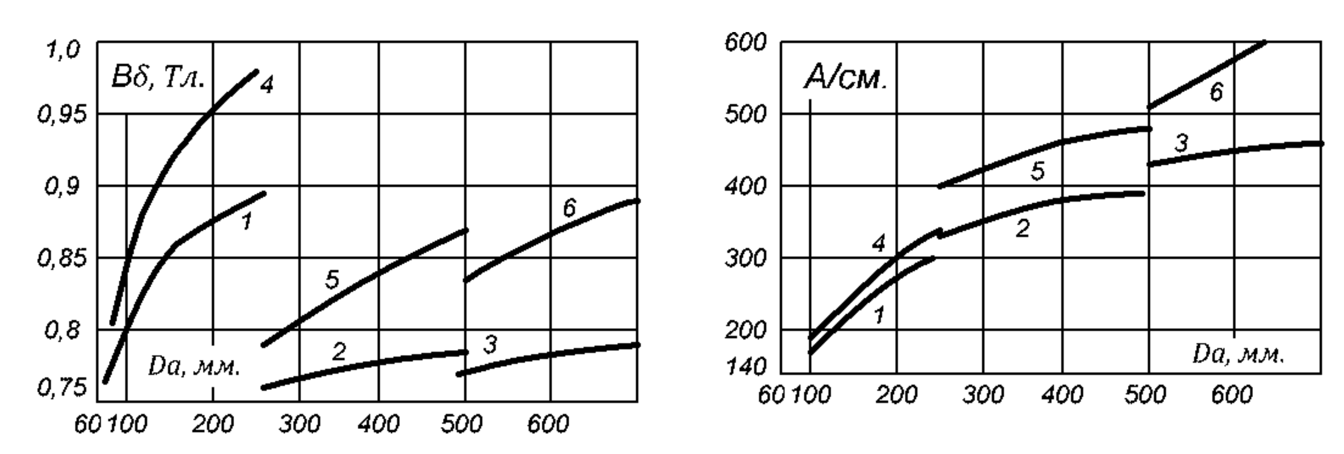
Средние допустимые значения Δt^oC при классе нагревостойкости F и $2p = 4$
Da – внешний диаметр статора, *мм*.
При других классах нагревостойкости и количестве полюсов умножается на поправочный коэффициент в таблице.

1 – IP44, IC0141, пазы полузакрытые, однослойная обмотка.
2 – IP44, IC0141, пазы полузакрытые, двухслойная обмотка.
3 – IP44, IC0141, пазы полуоткрытые, двухслойная обмотка, продуваемый ротор.
4 – IP23, IC01, пазы полузакрытые, однослойная обмотка.
5 – IP23, IC01, пазы полузакрытые, двухслойная обмотка.
6 – IP23, IC01, пазы полуоткрытые, двухслойная обмотка.
Способы охлаждения:
IC0141 – закрытая машина, обдуваемая наружным вентилятором, вентилятор расположен на валу машины.
IC01 – защищенная машина с самовентиляцией, вентилятор расположен на валу машины.

степень зашиты	Da, *мм.*	коэффициент для Δt°C различных $2p$				коэффициент для изоляции	
		2	6	8	10 и 12	B	0,75
IP44	80 – 240	0,78	1,0	1,0	–	H	1,3
	280 – 500	1,0	1,0	1,0	–		
	520 – 660	1,0	0,87	0,87	0,84		
IP23	280 – 500	1,07	0,89	0,84	–		
	520 – 660	1,0	0,89	0,75	0,66		



Падение напряжения *ke* в зависимости от мощности и количества полюсов.



Средние значения *Bδ, A/см.* при $2p = 4$ и классе нагревостойкости *F*,
Da – внешний диаметр, *мм*.

1 – IP44, IC014I, полузакрытые пазы однослойная обмотка.
2 – IP44, IC014I, полузакрытые пазы двухслойная обмотка.
3 – IP44, IC0141, полузакрытые пазы, двухслойная обмотка, продуваемый ротор.
4 – IP23, IC01, полузакрытые пазы, однослойная обмотка.
5 – IP23, IC01, полузакрытые пазы, двухслойная обмотка.
6 – IP23, IC01, полуоткрытые пазы, двухслойная обмотка.

Приведены средние значения *A/см.* и *Bδ* для асинхронных двигателей с короткозамкнутым и фазным роторами при $2p = 4$ и с изоляцией класса нагревостойкости *F.* При количестве полюсов, отличающихся от $2p = 4$, принимаемые значения *A/см.* и *Bδ* умножают на поправочные коэффициенты из таблицы. Кроме того, при выполнении электродвигателей с изоляцией классов нагревостойкости *B* или *H* значение принятое *A/см.* по рисунку, должно быть умножено на поправочный коэффициент: для класса *B* – 0,86; для класса *H* – 1,14.

Коэффициент	Степень защиты, охлаждения	*Da, мм.*	Коэффициенты при различных значениях 2*p*			
			2	6	8	10 и 12
для *Bδ*	IP44 IC0141	80 – 250	1,0	1,0	1,02	–
		250 – 500	0,96	1,04	1,04	1,04
		500 – 700	–	0,96	0,94	0,92
	IP23 IC01	250 – 700	0,98	1,02	1,02	1,04
для *A/см.*	IP44 IC0141	80 – 250	0,93	1,0	1,0	–
		250 – 500	1,1	0,93	0,93	–
		500 – 700	1,1	0,915	0,915	0,84
	IP23 IC01	250 – 500	1,16	0,9	0,84	0,72
		500 – 700	1,15	0,89	0,84	0,72

Индукция в зубцах статора. При расчетах не должна отличаться более чем на 10%.

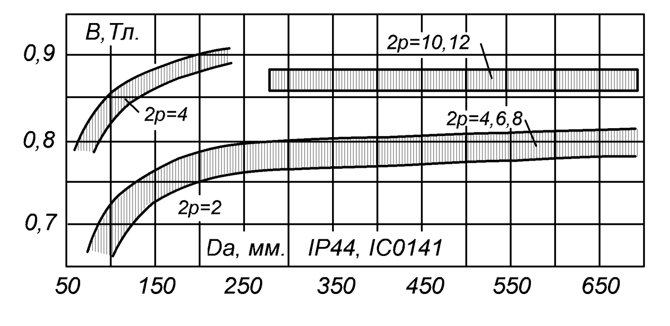
форма паза	2*p*	$B_{Z MAX}$ для двигателей со степенью защиты	
		IP44	IP23
полуоткрытая	2	1,75 – 1,95	1,9 – 2,1
	4 – 12	1,6 – 1,8	1,7 – 1,9
открытая	2	1,7 – 1,9	1,8 – 2,0
	4 – 12	1,6 – 1,8	1,7 – 1,9

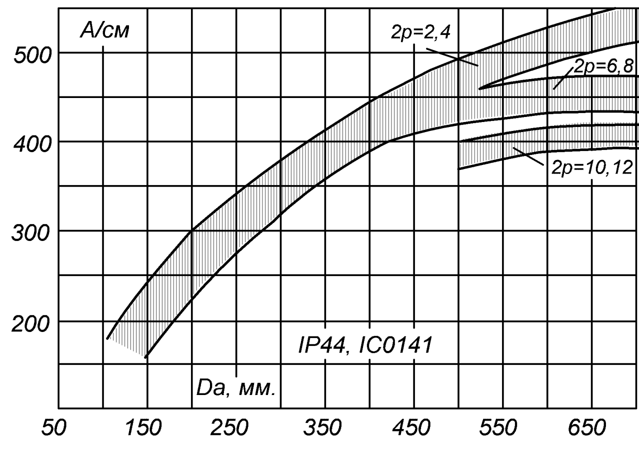
Приложение. (Голдберг)
Средние значения электромагнитных нагрузок для асинхронных двигателей.

h, мм.	2*p*	*Bc, Тл.*
50 – 250	2, 4	1,55 – 1,75
	6	1,4 – 1,6
	8	1,1 – 1,3
280 – 355	2, 4, 6, 8	1,45 – 1,65
	10, 12	1,2 – 1,4
400 – 450	4, 6, 8	1,3 – 1,5
	10, 12	1,1 – 1,3

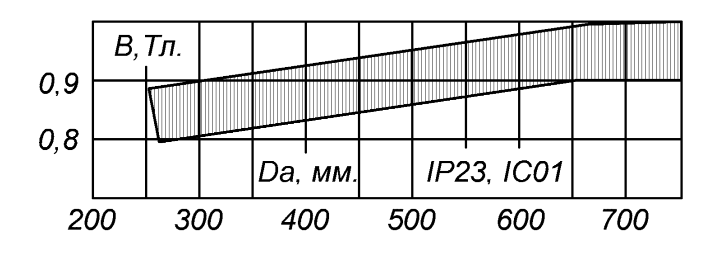
h, мм.	2*p*	*Bz, Тл.*	
		IP44	IP23
50 – 132	2, 4, 6, 8	1,75 – 1,95	1,8 – 2,0
160 – 250	2	1,75 – 1,95	1,9 – 2,1
	4, 6, 8	1,6 – 1,8	1,7 – 1,9
280 – 315	10, 12	1,6 – 1,8	1,7 – 1,9

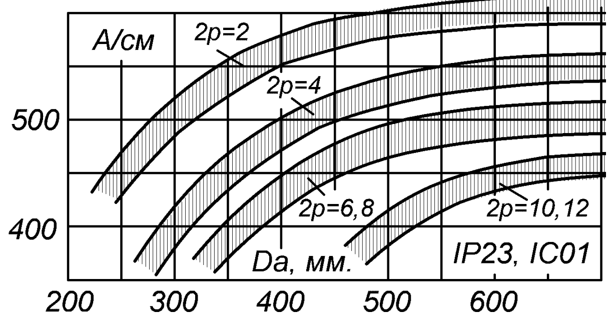
Кацман М. М. "Расчет и конструирование электрических машин" 1984 г.





Рекомендуемые значения максимальной индукции в воздушном зазоре *Bδ* и линейной нагрузки *A/см.* для асинхронных двигателей общего назначения IP44, IC0141.

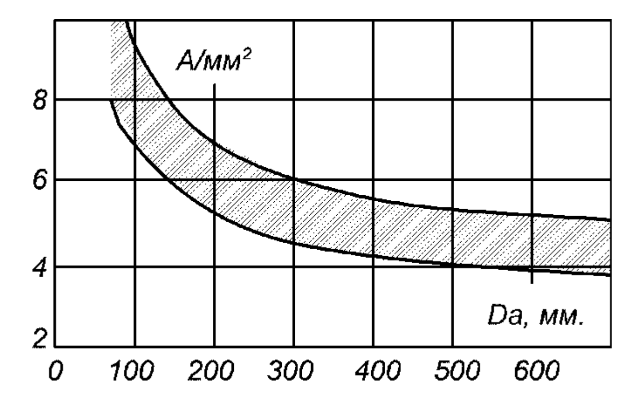




Рекомендуемые значения максимальной индукции в воздушном зазоре *Bδ* и линейной нагрузки *A/см*. для асинхронных двигателей общего назначения IP23, IC01.

Принятые предварительно значения индукции и линейной нагрузки следует умножить на коэффициент в таблице в зависимости от класса нагревостойкости.

таблица для индукции и линейной нагрузки	высота оси вращения	коэффициент уточнения для *Bδ* и *A/см*.		
		B	*F*	*H*
	50 – 132	1,0	1,15	1,32
	160 – 355	0,87	1,0	1,15



Рекомендуемые значения плотности тока в обмотке асинхронных трехфазных двигателей исполнения IP44, при способе охлаждения IC0141. Для IP23 и IC01 значения следует увеличить на 25% при $2p = 2$ и на 20% при $2p > 2$.
В зависимости от класса изоляции значение следует умножить на коэффициент согласно таблицы.

к рисунку плотности тока	высота оси вращения	коэффициент уточнения *А/мм*² при классе нагрева		
		B	*F*	*H*
	50 – 132	1,0	1,33	1,75
	160 – 355	0,75	1,0	1,30

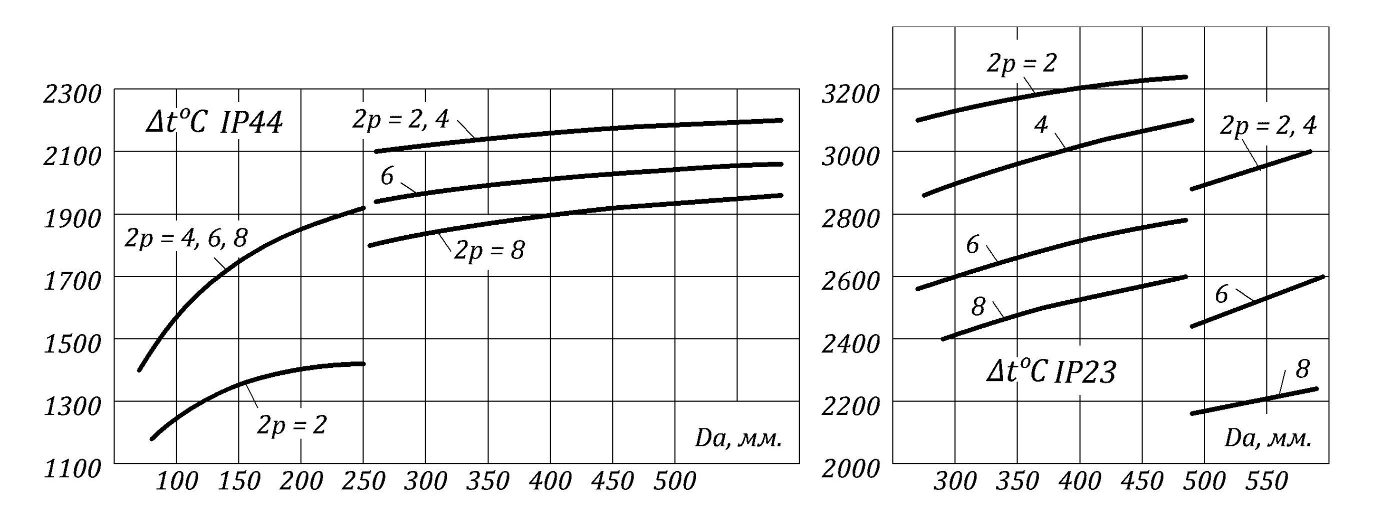
Василенко А. А. Ремонт электрооборудования, учебное пособие. 2019 г.

число полюсов		Значение индукций в зубцах *Bz* и ярме *Bc* статора при высоте оси вращения, *мм*.												
2*p*		56	63	71	80	90	100	112	132	160	180	200	225	250
2	*Bz*	1,80	1,70	1,80	1,85	1,95	1,95	2,05	1,85	1,95	1,95	2,00	1,75	1,90
	Bc	1,40	1,40	1,50	1,70	1,60	1,60	1,70	1,65	1,55	1,55	1,70	1,40	1,45
4	*Bz*	1,80	1,80	1,95	1,95	1,95	1,80	1,90	1,85	1,90	1,90	1,90	1,80	1,75
	Bc	1,60	1,55	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,65	1,70	1,60	1,60	1,50	1,55
6	*Bz*	–	1,80	1,90	1,80	1,80	1,75	1,95	1,90	1,65	1,70	1,80	1,85	1,75
	Bc	–	1,45	1,60	1,55	1,50	1,40	1,55	1,50	1,45	1,65	1,45	1,55	1,45
8	*Bz*	–	–	1,90	1,70	1,75	1,75	1,85	1,90	1,80	1,80	1,90	2,00	1,95
	Bc	–	–	1,15	1,10	1,10	1,10	1,40	1,30	1,25	1,30	1,20	1,30	1,15

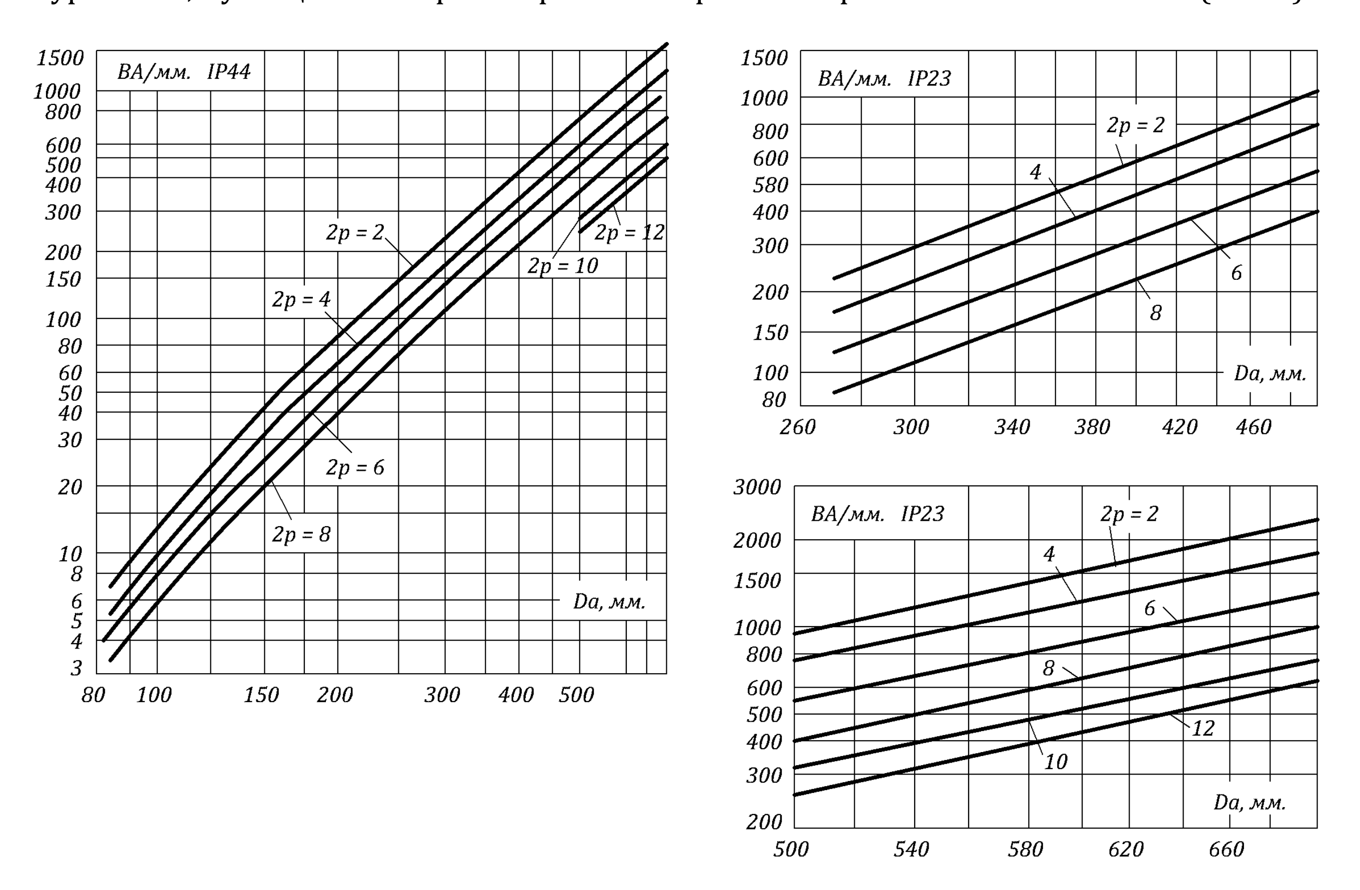
Ориентировочные значения индукций в сердечниках статоров электродвигателей серии 4А.

Бородулин Ю. Б. Автоматизированное проектирование электрических машин., 1989.

Значения линейной нагрузки *А/см*. и индукции *Bδ* в воздушном зазоре асинхронных электродвигателей серии 4А, IP44 и IP23 в зависимости от внешнего диаметра статора *Da*, *мм*. и количества полюсов.



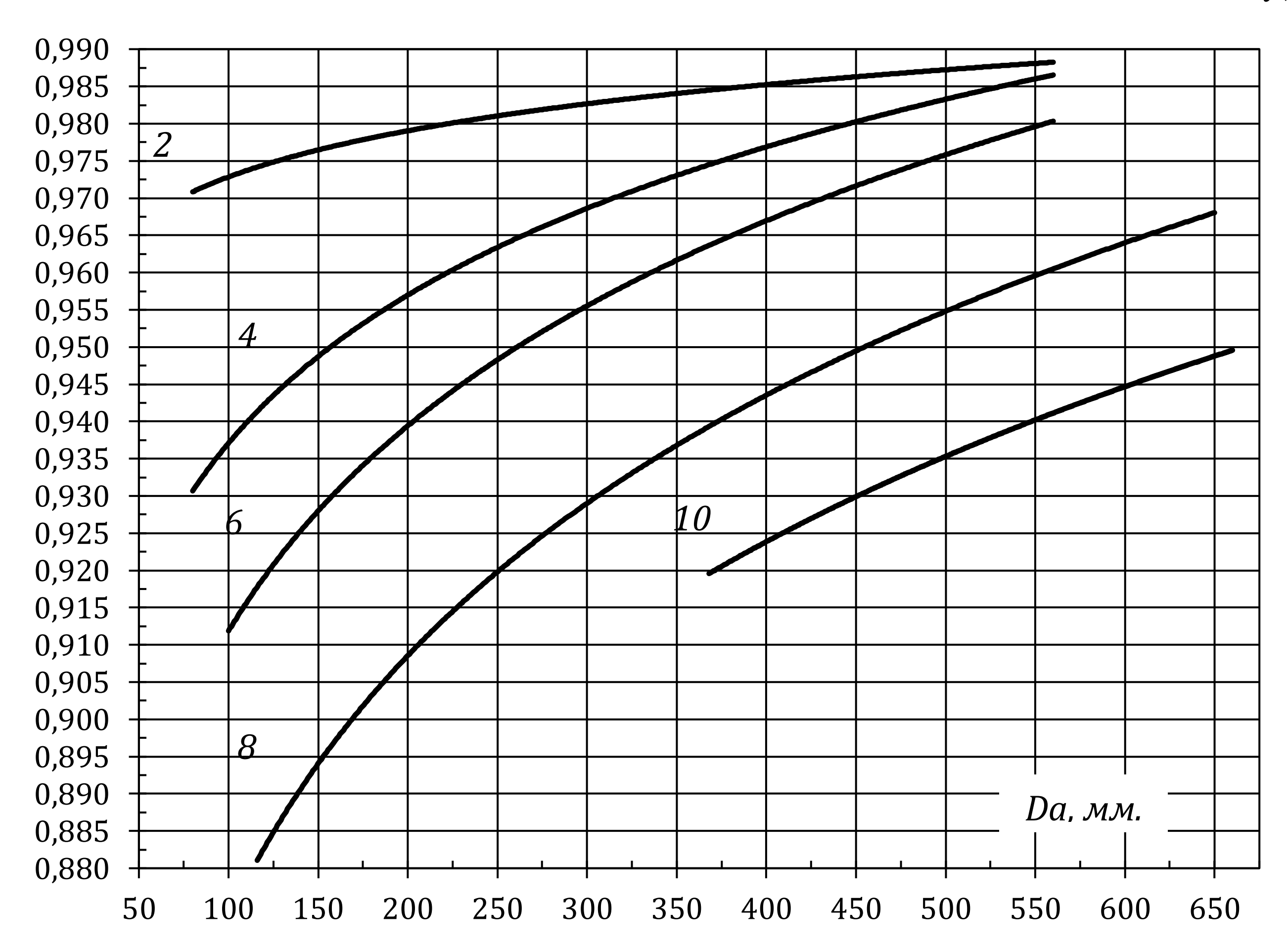
Средние значения фактора нагрева *Δt°C* асинхронных обдуваемых электродвигателей серии 4А, IP44 и IP23 в зависимости от внешнего диаметра статора *Da*, *мм*.



Средняя зависимость мощности в *ВА* (вольт × ампер) на миллиметр длины статора в зависимости от наружного диаметра, полюсности и защищенности IP44 или IP23.
К определению мощности по размеру статора.

Падение напряжения в зависимости от внешнего диаметра (*Da*, *мм.*) статора и количества полюсов. На основе данных 1466 электродвигателей по приведенной формуле, δ – воздушный зазор, *мм.*, τ – длина полюсного деления, *мм.*, q – пазов на полюс и фазу.

$$ke = \frac{1}{1 + \frac{30 \times \delta}{\tau \times q}}$$



Кокорев А. С. "Справочник молодого обмотчика электрических машин" 6е изд., 1985

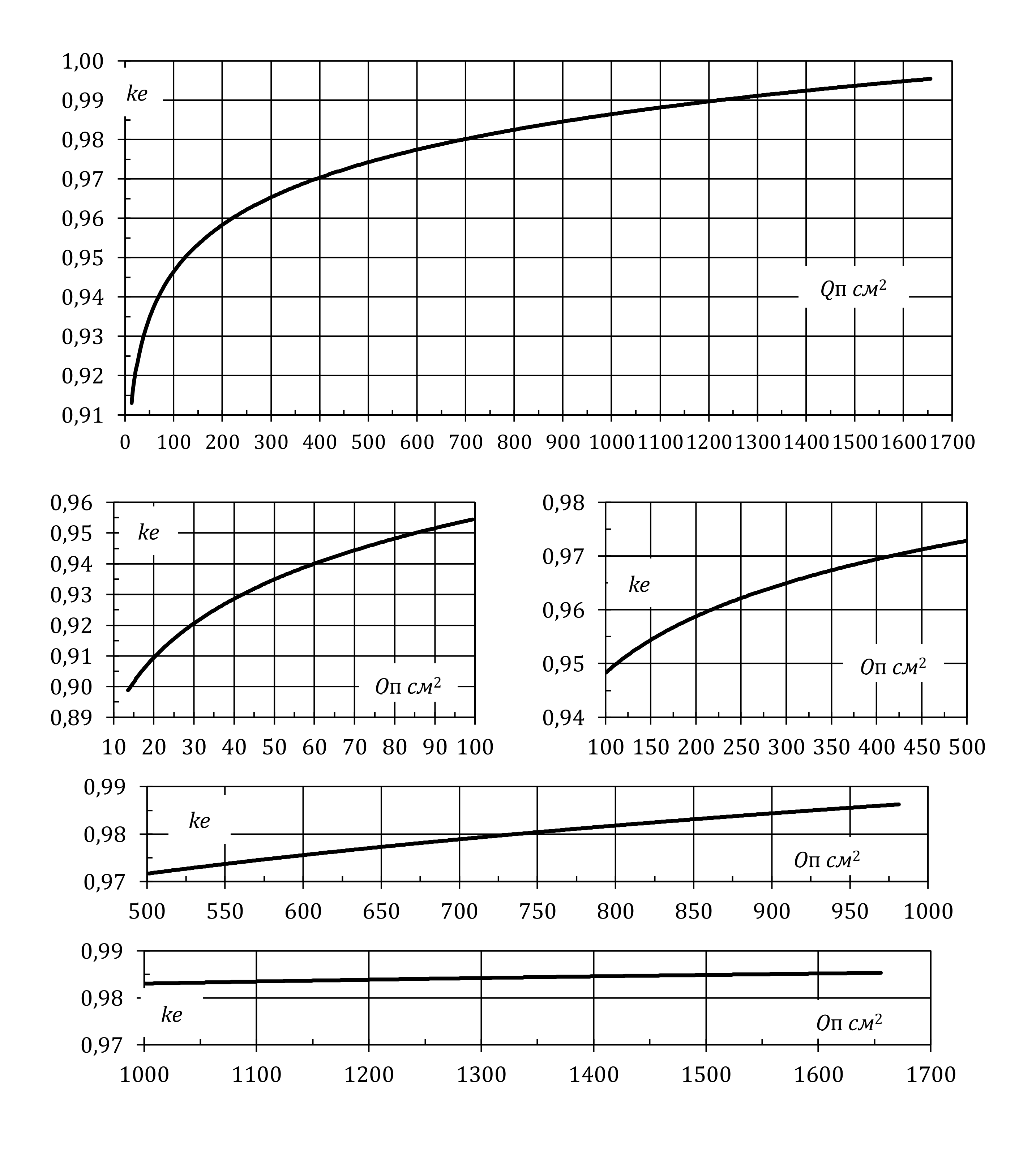
Значения коэффициента *k*е.

2*p*	*k*е при диаметре *Da*, *мм*.							
	60	80	100	150	200	300	400	500
2	0,97	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99
4	0,94	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,98	0,98
6	0,91	0,92	0,93	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98
8	–	–	–	0,91	0,93	0,95	0,96	0,97
10	–	–	–	–	0,89	0,92	0,94	0,95
12	–	–	–	–	–	0,90	0,92	0,93

Падение напряжения *ke* в зависимости от *площади полюса Q*п в *см*².

$$Q\text{п} = \frac{\pi \times Di \times L}{2p} \quad \text{см}^2$$

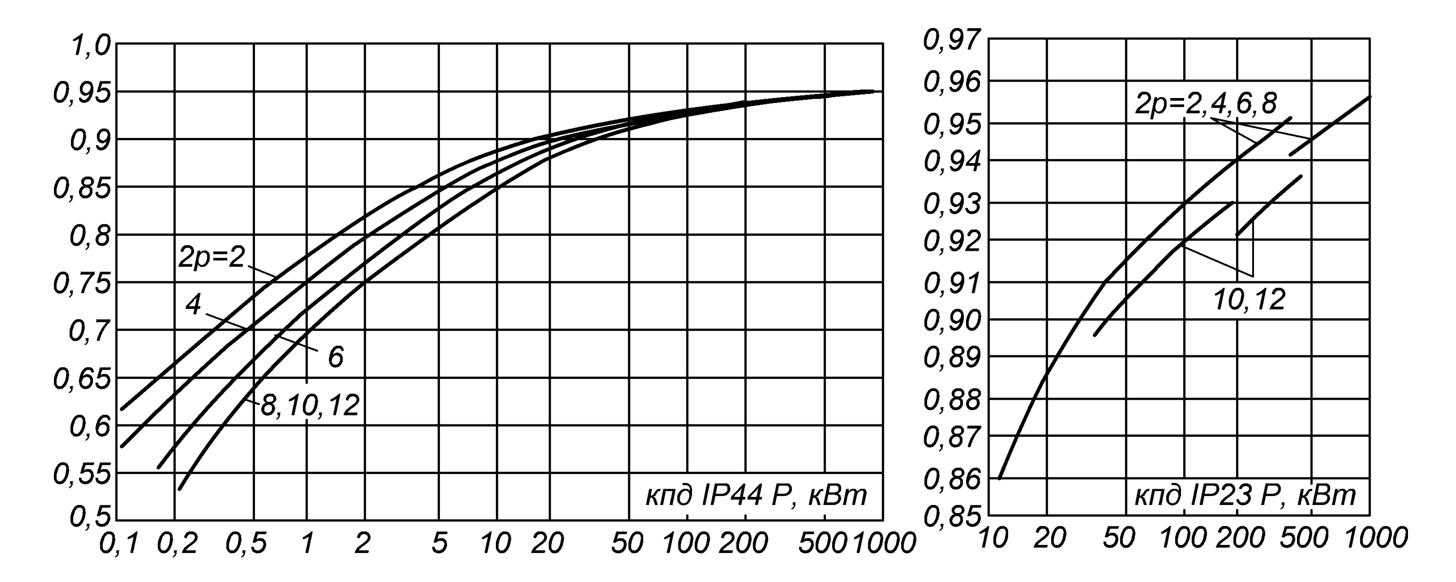
где π – число "пи", *Di* – диаметр внутренний статора, в *см*., 2*p* – количество полюсов, *L* – длина статора в *см*. на основе данных 1466 электродвигателей по вышеприведенной формуле подсчета падения напряжения, общая таблица и раздельно уточнено при 10 – 100, 100 – 500, 500 – 1000 и более площади полюса в *см*².


1,00
0,99
0,98
0,97
0,96
0,95
0,94
0,93
0,92
0,91
ke
Qп см²
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
0,96
0,95
0,94
0,93
0,92
0,91
0,90
0,89
ke
Оп см²
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
0,98
0,97
0,96
0,95
0,94
ke
Оп см²
100
150
200
250
300
350
400
450
500
0,99
0,98
0,97
ke
Оп см²
500
550
600
650
700
750
800
850
900
950
1000
0,99
0,98
0,97
ke
Оп см²
1000
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700

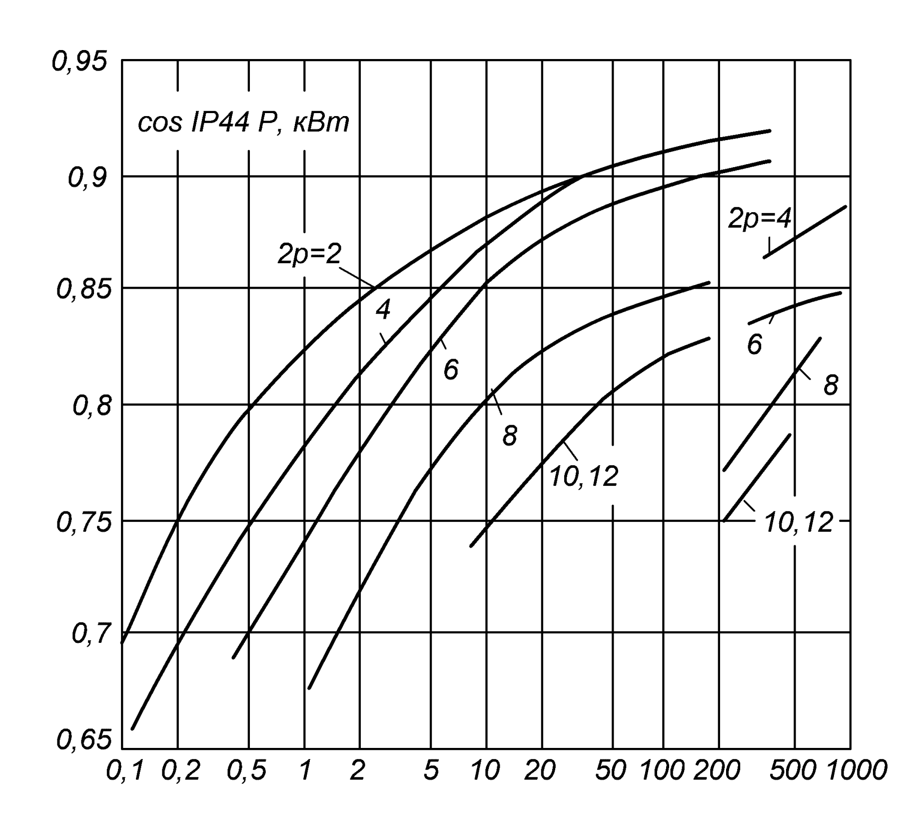
Соотношение внешнего диаметра к внутреннему статора при числе полюсов. *Di/Dн* или *Dн/Di*, то есть внутренний диаметр (*Di*) разделенный на внешний диаметр (*Dн*) и наоборот, внешний диаметр разделенный на внутренний диаметр. Данные исчислены по доступным данным серий асинхронных двигателей. Для приближенного нахождения количества полюсов неизвестного статора.

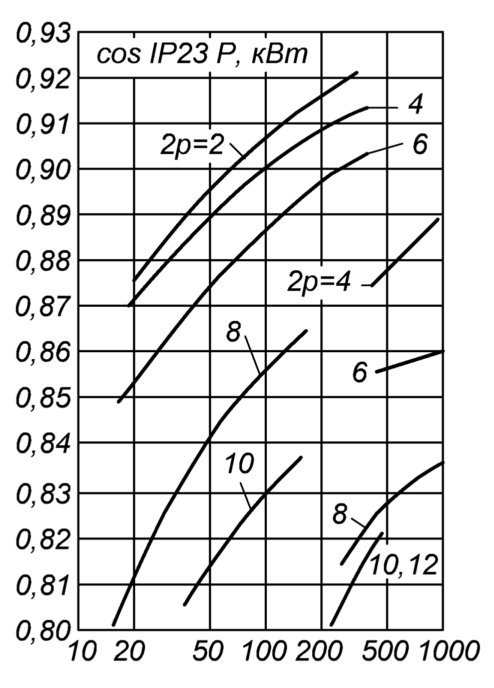
серия АО2						
2p	2	4	6	8	10	12
Di/Dн	0,53 – 0,59	0,60 – 0,65	0,60 – 0,73	0,69 – 0,73	0,73	–
Dн/Di	1,69 – 1,90	1,54 – 1,66	1,37 – 1,66	1,37 – 1,44	1,37 – 1,38	–
серия 4А						
Di/Dн	0,51–0,58	0,57–0,68	0,65–0,73	0,66–0,75	0,75–0,79	0,76–0,79
Dн/Di	1,73–1,98	1,47–1,76	1,38–1,54	1,34–1,53	1,27–1,34	1,27–1,31
серия АИР						
Di/Dн	0,53–0,57	0,6–0,65	0,67–0,72	0,68–0,72	–	–
Dн/Di	1,77–1,93	1,52–1,66	1,39–1,49	1,39–1,51	–	–
серия РА						
Di/Dн	0,52–0,57	0,58–0,64	0,58–0,71	–	–	–
Dн/Di	1,76–1,94	1,56–1,71	1,42–1,71	–	–	–
серия Y (Китай)						
Di/Dн	0,54 – 0,58	0,62 – 0,67	0,66 – 0,73	0,69 – 0,75		
Dн/Di	1,73 – 1,85	1,48 – 1,63	1,37 – 1,51	1,33 – 1,44		

коэффициент заполнения сталью сердечника статора, *kc*		
при толщине стали, *мм.*	оксидированных	лакированных
0,15	0,84	0,81
0,2	0,91	0,88
0,25	0,92	0,88
0,28	0,92	0,88
0,30	0,92	0,89
0,35	0,93	0,91
0,5	0,95	0,93
0,7	0,98	0,96
1,0	0,98	0,97



Коэффициент полезного действия для IP44 и IP23.





*cos*φ для IP44 и IP23.

Двигатели старых серий типа А, АО.

P, квт	2*p* = 2		2*p* = 4		2*p* = 6		2*p* = 8	
	кпд η	*cos* φ	кпд η	*cos* φ	кпд η	*cos* φ	кпд η	*cos* φ
0,3	0,63	0,77	0,63	0,7	–	–	–	–
0,4	0,67	0,795	0,67	0,72	–	–	–	–
0,5	0,7	0,81	0,7	0,735	–	–	–	–
0,6	0,72	0,82	0,72	0,745	–	–	–	–
0,8	0,74	0,835	0,74	0,76	–	–	–	–
1	0,76	0,84	0,76	0,77	0,72	0,67	–	–
1,5	0,79	0,855	0,79	0,79	0,75	0,705	–	–
2	0,8	0,86	0,8	0,805	0,77	0,73	–	–
3	0,82	0,87	0,82	0,82	0,80	0,75	–	–
4	0,83	0,875	0,83	0,83	0,81	0,77	0,78	0,69
5	0,84	0,88	0,84	0,84	0,82	0,78	0,8	0,715
6	0,85	0,88	0,85	0,845	0,83	0,79	0,81	0,73
8	0,85	0,885	0,85	0,85	0,84	0,8	0,82	0,76
10	0,86	0,89	0,86	0,86	0,85	0,81	0,83	0,77
15	0,87	0,89	0,87	0,87	0,86	0 82	0,85	0,795
20	0,88	0,895	0,88	0,87	0,87	0,83	0,86	0,81
30	0,88	0,9	0,88	0,88	0,88	0,84	0,87	0,82
40	0,89	0,9	0,89	0,88	0,88	0,859	0,88	0,83
50	0,89	0,9	0,89	0,885	0,89	0,85	0,88	0,835
60	0,9	0,905	0,9	0,885	0,89	0,855	0,89	0,84
80	0,9	0,91	0,9	0,89	0,9	0,86	0,89	0,845
100	0,91	0,91	0,91	0,89	0,9	0,86	0,9	0,85

Рекомендуемые числа пазов роторов асинхронных двигателей
с короткозамкнутым ротором.

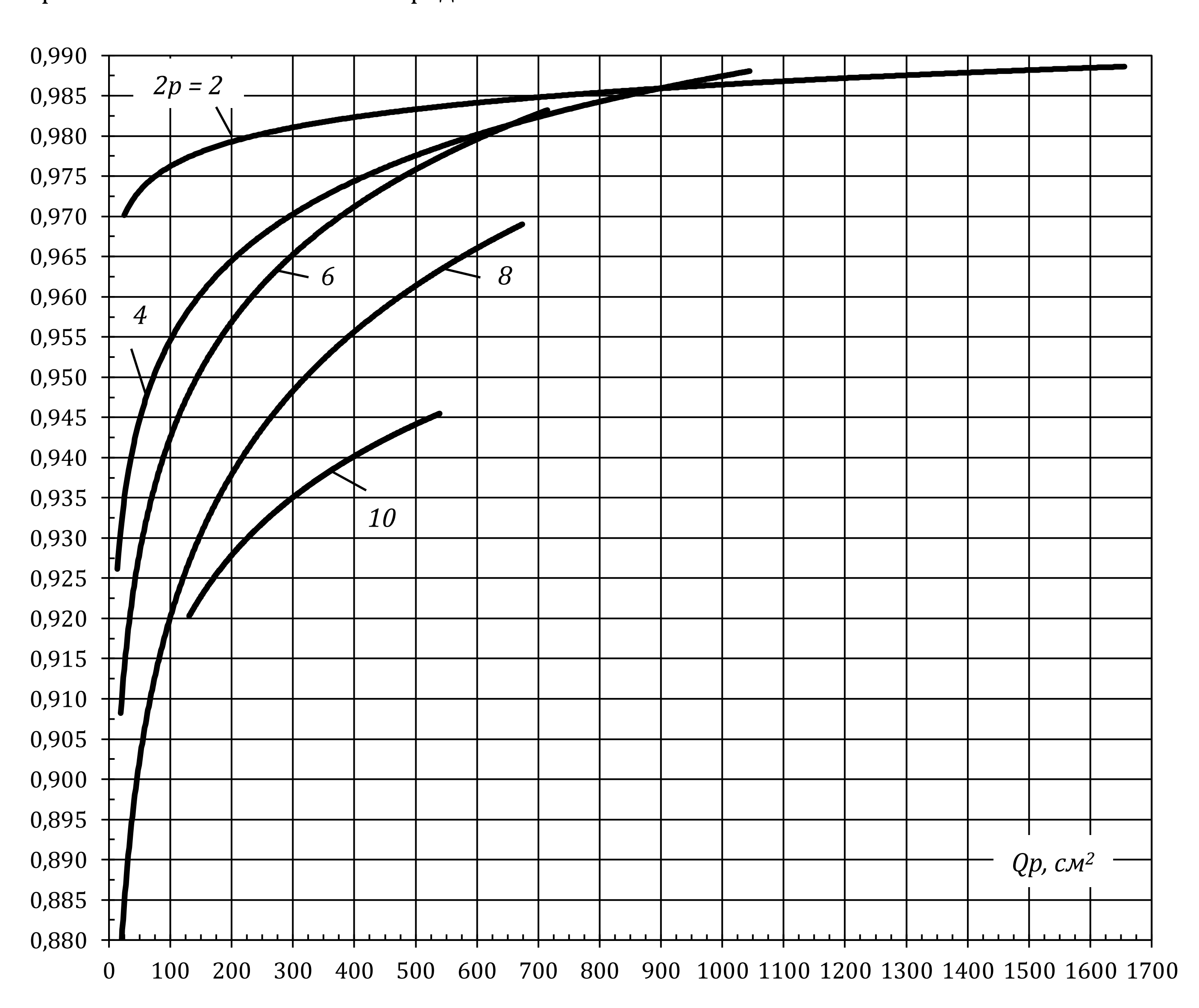
$2p$	Z_1	число пазов ротора Z_2	
		без скоса пазов	со скосом пазов
2	12	9*, 15*	–
	18	11*, 12*, 15*, 21*, 22	14*, (18), 19*, 22*, 26, 28*, (30), 31, 33, 34, 35
	24	15*, (16)*, 17*, 19, 32	18, 20, 26, 31, 33, 34, 35
	30	22, 38	(18), 20, 21, 23, 24, 37, 39, 40
	36	26, 28, 44, 46	25, 27, 29, 43, 45, 47
	42	32, 33, 34, 50, 52	–
	48		37, 39, 41, 55, 57, 59
4	12	9*	15*
	18	10*, 14*	18*, 22*
	24	15*, 16*, 17, (32)	16, 18, (20), 30, 33, 34, 35,36
	36	26, 44, 46	(24), 27, 28, 30, (32), 34, 45, 48
	42	(34), (50), 52, 54	(33), 34, (38), (51), 53
	48	34, 38, 56, 58, 62, 64	(36), (38), (39), 40, (44), 57, 59
	60	50, 52, 68, 70, 74	48, 49, 51, 56, 64, 69, 71
	72	62, 64, 80, 82, 86	61, 63, 68, 76, 81, 83
6	36	26, 46, (48)	28*, 33, 47, 49, 50
	54	44, 50, 64, 66, 68	42, 43, 51, 65, 67
	72	56, 58, 62, 82, 84, 86, 88	57, 59, 60, 61, 83, 85, 87, 90
	90	74, 76, 78, 80 100, 102, 104	75, 77, 79, 101, 103, 105
8	48	(34), 36, 44, 62, 64	35, 44, 61, 63, 65
	72	56, 58, 86, 88, 90	56, 57, 59, 85, 87, 89
	84	66, (68), 70, 98, 100,102, 104	(68), (69), (71), (97), (99), (101)
	96	78, 82, 110, 112, 114	79, 80, 81, 83, 109, 111, 113
10	60	44, 46, 74, 76	57, 69, 77, 78, 79
	90	68, 72, 74, 76, 104, 106, 108, 110, 112, 114	70,71,73, 87, 93, 107, 109
	120	86, 88, 92, 94, 96, 98, 102, 104, 106, 134, 136, 138, 140, 142, 146	99, 101, 103, 117, 123,137, 139
12	72	56, 64, 80, 88	69, 75, 80, 89, 91, 92
	90	68, 70, 74, 88, 98, 106, 108, 110	(71), (73), 86, 87, 93, 94, (107), (109)
	108	86, 88, 92, 100, 116, 124, 128, 130, 132	84, 89, 91, 104, 105, 111, 112, 125, 127
	144	124, 128, 136, 152, 160, 164, 166, 168, 170, 172	125, 127, 141, 147, 161, 163
14	84	74, 94, 102, 104, 106	75, 77, 79, 89, 91, 93, 103
	126	106, 108, 116, 136, 144, 146, 148, 150, 152, 154, 158	107, 117, 119, 121, 131, 133, 135, 145
16	96	84, 86, 106, 108, 116, 118,	90, 102
	144	120, 122, 124, 132, 134, 154, 156, 164, 166, 168, 170, 172	138, 150

Примечания: 1. В скобках указаны числа пазов, при которых возможно повышение вибрации двигателей. 2. Звездочкой отмечены числа пазов, применяемые, в основном в машинах малой мощности.

Коэффициент падения напряжения *ke*, в зависимости от внешнего диаметра статора и количества полюсов.

2*p*	*ke* при внешнем диаметре *Da*, *мм*.							
	60	80	100	150	200	300	400	500
2	0,97	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99
4	0,94	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,98	0,98
6	0,91	0,92	0,93	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98
8	–	–	–	0,91	0,93	0,95	0,96	0,97
10	–	–	–	–	0,89	0,92	0,94	0,95
12	–	–	–	–	–	0,90	0,92	0,93

Относительное падение напряжения в зависимости от площади полюса в *см*^{2} при количестве полюсов электродвигателя.



Справочные данные двигателей серии 4А (до 100 *кВт*)

Последняя цифра в обозначении двигателя – количество полюсов. *P* – мощность на валу, в *Квт*., *Bδ, Тл* – магнитная индукция в воздушном зазоре. *A/см* – линейная нагрузка. *A/мм*^{2} – плотность тока в обмотке. *Δt°C* – коэффициент перегрева (фактор нагрева). Линейная нагрузка определяется отношением тока всех витков обмотки к длине окружности. Ее значение показывает, какой ток приходится в среднем на единицу длины внутренней окружности машины (ампер на *см*. длины, *A/см*.). 4А – исполнение IP44, 4АН – исполнение IP23, 4АС (IP44) – повышенное скольжение, 4АР (IP44) – повышенный пусковой момент.

IP44 *2p* = 2															
тип	*P*	*кпд*	*cosφ*	*Bδ*	*A/см*	*A/мм*^{2}	*Δt°C*	*тип*	*P*	*кпд*	*cosφ*	*Bδ*	*A/см*	*A/мм*^{2}	*Δt°C*
4A50A2	0,09	0,60	0,70	0,62	105	4,4	462	4A112M2	7,5	0,87	0,88	0,7	252	5,7	1436
4A50B2	0,12	0,63	0,70	0,6	114	4,1	467	4A132M2	11	0,88	0,90	0,71	248	5,9	1463
4A56A2	0,18	0,66	0,76	0,67	118	6,8	802	4A160S2	15	0,88	0,91	0,72	335	6,3	2111
4A56B2	0,25	0,68	0,77	0,66	133	6,8	904	4A160M2	18,5	0,88	0,92	0,7	355	6,5	2308
4A63A2	0,37	0,70	0,86	0,66	150	7,4	1110	4A180S2	22	0,88	0,91	0,78	387	5,6	2167
4A63B2	0,55	0,73	0,86	0,7	174	8	1392	4A180M2	30	0,90	0,90	0,79	365	5,2	1898
4A71A2	0,75	0,77	0,87	0,67	168	7,3	1226	4A200M2	37	0,90	0,89	0,82	403	4,8	1934
4A71B2	1,1	0,77	0,87	0,72	200	8,5	1700	4A200L2	45	0,91	0,90	0,79	407	4,9	1994
4A80A2	1,5	0,81	0,85	0,72	194	6,1	1183	4A225M2	55	0,91	0,92	0,74	406	5	2030
4A80B2	2,2	0,83	0,87	0,73	218	6,5	1417	4A250S2	75	0,91	0,89	0,77	409	4,4	1800
4A90L2	3	0,84	0,88	0,68	233	6,4	1491	4A250M2	90	0,92	0,90	0,75	419	4,6	1927
4A100S2	4	0,86	0,89	0,67	232	5,2	1206	4A280S2	110	0,91	0,89	0,79	457	3,3	1508
4A100L2	5,5	0,87	0,91	0,68	247	5,6	1383								

IP44 *2p* = 4															
тип	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*A/см*	*A/мм*^{2}	*Δt°C*	*тип*	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*A/см*	*A/мм*^{2}	*Δt°C*
4A50A4	0,06	0,50	0,60	0,64	136	4,5	612	4A112M4	5,5	0,85	0,85	0,85	248	7,1	1761
4A50B4	0,09	0,55	0,60	0,68	152	4,9	745	4A132S4	7,5	0,87	0,86	0,9	252	5,9	1487
4A56A4	0,12	0,63	0,66	0,71	146	6,2	905	4A132M4	11	0,87	0,87	0,89	264	6,1	1610
4A56B4	0,18	0,64	0,64	0,75	167	6,9	1152	4A160S4	15	0,88	0,88	0,72	314	5,7	1790
4A63A4	0,25	0,68	0,65	0,82	162	6,8	1102	4A160M4	18,5	0,89	0,88	0,69	310	5,5	1705
4A63B4	0,37	0,68	0,69	0,87	189	8,4	1588	4A180S4	22	0,90	0,90	0,74	333	5,4	1798
4A71A4	0,55	0,70	0,70	0,93	188	6,9	1297	4A180M4	30	0,91	0,89	0,79	335	5,5	1843
4A71B4	0,75	0,72	0,73	0,97	225	8,5	1913	4A200M4	37	0,91	0,90	0,76	368	5,9	2171
4A80A4	1,1	0,75	0,81	0,84	218	7,6	1657	4A200L4	45	0,92	0,90	0,73	352	5,6	1971
4A80B4	1,5	0,77	0,83	0,82	231	8	1848	4A225M4	55	0,92	0,90	0,76	370	5,3	1961
4A90L4	2,2	0,80	0,83	0,88	233	7,6	1771	4A250S4	75	0,93	0,90	0,74	334	4,3	1436
4A100S4	3	0,82	0,83	0,9	246	6,6	1624	4A250M4	90	0,93	0,91	0,7	413	4,4	1817
4A100L4	4	0,84	0,84	0,87	254	6,3	1600	4A280S4	110	0,92	0,90	0,75	446	3,8	1695

IP44 $2p = 6$

тип	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*A/см*	$A/мм^2$	*Δt°C*	*тип*	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*A/см*	$A/мм^2$	*Δt°C*
4А63А6	0,18	0,56	0,62	0,74	195	7,6	1482	4А160S6	11	0,87	0,87	0,75	293	6,9	2022
4А63В6	0,25	0,59	0,62	0,71	196	6,4	1254	4А160М6	15	0,88	0,87	0,74	292	6,9	2015
4А71А6	0,37	0,64	0,69	0,82	206	6	1236	4А180М6	18,5	0,88	0,87	0,82	377	6,3	2375
4А71В6	0,55	0,67	0,71	0,8	213	7,5	1598	4А200М6	22	0,90	0,90	0,7	350	5,5	1925
4А80А6	0,75	0,69	0,74	0,84	227	7,8	1771	4А200L6	30	0,90	0,90	0,77	375	6	2250
4А80В6	1,1	0,74	0,74	0,8	223	7,3	1628	4А225М6	37	0,91	0,89	0,78	369	5,7	2103
4А90L6	1,5	0,75	0,74	0,85	223	7,1	1583	4А250S6	45	0,91	0,89	0,76	356	5,1	1816
4А100L6	2,2	0,81	0,73	0,81	231	6,3	1455	4А250М6	55	0,92	0,89	0,82	364	5,5	2002
4А112МА6	3	0,81	0,76	0,89	248	6,9	1711	4А280S6	75	0,92	0,89	0,79	401	4,6	1845
4А112МВ6	4	0,82	0,81	0,87	262	7,1	1860	4А280М6	90	0,92	0,89	0,81	393	5	1965
4А132S6	5,5	0,85	0,80	0,9	258	7	1806	4А315S6	110	0,93	0,90	0,81	391	4,7	1838
4А132М6	7,5	0,85	0,81	0,87	256	6,9	1766								

IP44 $2p = 8$

тип	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*A/см*	$A/мм^2$	*Δt°C*	*тип*	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*A/см*	$A/мм^2$	*Δt°C*
4А71В8	0,25	0,56	0,65	0,9	211	7,2	1519	4А160М8	11	0,87	0,75	0,79	281	6,7	1883
4А80А8	0,37	0,61	0,65	0,71	201	6,8	1367	4А180М8	15	0,87	0,82	0,81	378	6,4	2419
4А80В8	0,55	0,64	0,65	0,75	210	7,3	1533	4А200М8	18,5	0,88	0,84	0,79	379	6,1	2312
4А90LА8	0,75	0,68	0,62	0,81	209	7	1463	4А200L8	22	0,88	0,84	0,75	404	6,7	2707
4А90LВ8	1,1	0,70	0,68	0,81	225	7,3	1643	4А225М8	30	0,90	0,81	0,87	397	5,8	2303
4А100L8	1,5	0,74	0,65	0,87	248	6,4	1587	4А250S8	37	0,90	0,83	0,81	335	5,9	1977
4А112МА8	2,2	0,79	0,71	0,91	263	6,9	1815	4А250М8	45	0,91	0,84	0,83	382	5,4	2063
4А112МВ8	3	0,79	0,74	0,88	271	6,7	1816	4А280S8	55	0,92	0,84	0,83	385	4,3	1656
4А132S8	4	0,83	0,70	0,96	257	6	1542	4А280М8	75	0,92	0,85	0,82	387	4	1548
4А132М8	5,5	0,80	0,74	0,88	263	7,1	1867	4А315S8	90	0,93	0,85	0,79	360	3,8	1368
4А160S8	7,5	0,86	0,75	0,78	274	6,3	1726	4А315М8	110	0,93	0,85	0,83	376	4,2	1579

IP44 $2p = 10$ и 12

тип	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*A/см*	$A/мм^2$	*Δt°C*	*тип*	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*A/см*	$A/мм^2$	*Δt°C*
4А250S10	30	0,88	0,81	0,82	407	6,7	2727	4А355М10	110	0,93	0,83	0,76	385	4,3	1656
4А280S10	37	0,91	0,78	0,73	362	3,8	1376	4А315S12	45	0,90	0,75	0,75	384	4,2	1613
4А280М10	45	0,91	0,78	0,78	411	4,6	1891	4А315М12	55	0,91	0,75	0,76	379	4,1	1554
4А315S10	55	0,92	0,79	0,77	362	3,8	1376	4А355S12	75	0,91	0,76	0,86	382	4	1528
4А315М10	75	0,92	0,80	0,77	398	4,4	1751	4А355М12	90	0,92	0,76	0,88	372	4	1488
4А355S10	90	0,92	0,83	0,74	407	4,4	1791								

повышенный пусковой момент IP44 $2p = 4$

тип	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*A/см*	$A/мм^2$	*Δt°C*	*тип*	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*A/см*	$A/мм^2$	*Δt°C*
4АР160S4	15	0,87	0,87	0,75	306	5,6	1714	4АР200L4	45	0,92	0,88	0,78	344	5,4	1858
4АР160М4	18,5	0,88	0,87	0,72	300	5,5	1650	4АР225М4	55	0,92	0,88	0,82	353	5,1	1800
4АР180S4	22	0,90	0,87	0,81	312	5,2	1622	4АР250S4	75	0,93	0,87	0,83	360	4,1	1476
4АР180М4	30	0,90	0,87	0,83	324	5,3	1717	4АР250М4	90	0,93	0,88	0,8	372	4,2	1562
4АР200М4	37	0,91	0,88	0,8	355	5,6	1988								

повышенный пусковой момент IP44 $2p = 6$															
тип	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*А/см*	*А/мм*^{2}	*Δt°C*	*тип*	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*А/см*	*А/мм*^{2}	*Δt°C*
4АР160S6	11	0,85	0,83	0,86	262	6,1	1598	4АР200L6	30	0,90	0,86	0,81	345	5,8	2001
4АР160М6	15	0,87	0,83	0,81	273	6,1	1665	4АР225М6	37	0,90	0,84	0,84	343	5,3	1818
4АР180М6	18,5	0,87	0,80	0,87	362	5,9	2136	4АР250S6	45	0,91	0,82	0,85	330	5	1650
4АР200М6	22	0,90	0,85	0,81	313	5	1565	4АР250М6	55	0,91	0,83	0,88	354	5,3	1876

повышенный пусковой момент IP44 $2p = 8$															
тип	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*А/см*	*А/мм*^{2}	*Δt°C*	*тип*	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*А/см*	*А/мм*^{2}	*Δt°C*
4АР160Б8	7,5	0,86	0,75	0,78	280	6,5	1820	4АР200L8	22	0,88	0,80	0,83	385	6,1	2349
4АР160М8	11	0,87	0,75	0,79	292	6,9	2015	4АР225М8	30	0,90	0,80	0,87	410	6	2460
4АР180М8	15	0,86	0,77	0,79	380	6,2	2356	4АР250S8	37	0,90	0,72	0,93	388	5,6	2173
4АР200М8	18,5	0,88	0,78	0,85	368	6,1	2245	4АР250М8	45	0,90	0,75	0,9	380	5,6	2128

повышенное скольжение IP44 $2p = 2$															
тип	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*А/см*	*А/мм*^{2}	*Δt°C*	*тип*	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*А/см*	*А/мм*^{2}	*Δt°C*
4АС71А2	1	0,72	0,87	0,77	198	8,6	1703	4АС100S2	4,8	0,82	0,86	0,74	266	6,4	1702
4АС71В2	1,2	0,72	0,83	0,75	190	8,4	1596	4АС100L2	6,3	0,82	0,86	0,76	259	6,1	1580
4АС80А2	1,9	0,75	0,87	0,69	227	7	1589	4АС112М2	8	0,84	0,84	0,76	245	5,5	1348
4АС80В2	2,5	0,76	0,87	0,7	233	7,2	1678	4АС132М2	11	0,84	0,89	0,79	252	6,1	1537
4АС90L2	3,5	0,8	0,86	0,73	256	7	1792								

повышенное скольжение IP44 $2p = 4$															
тип	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*А/см*	*А/мм*^{2}	*Δt°C*	*тип*	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*А/см*	*А/мм*^{2}	*Δt°C*
4АС71А4	0,6	0,68	0,73	0,93	204	7,5	1530	4АС160S4	17	0,84	0,87	0,78	337	6,2	2089
4АС71В4	0,8	0,68	0,75	0,97	232	8,8	2042	4АС160М4	20	0,87	0,87	0,76	312	5,7	1778
4АС80А4	1,3	0,68	0,83	0,82	230	8	1840	4АС180S4	21	0,86	0,92	0,74	330	5,4	1782
4АС80В4	1,7	0,7	0,82	0,82	236	8,3	1959	4АС180М4	26,5	0,88	0,91	0,79	304	5	1520
4АС90L4	2,4	0,76	0,82	0,88	254	8,3	2108	4АС200М4	31,5	0,87	0,92	0,76	314	5	1570
4АС100S4	3,2	0,76	0,82	0,96	258	6,8	1754	4АС200L4	40	0,89	0,93	0,73	330	5,1	1683
4АС100L4	4,25	0,78	0,82	0,93	260	6,7	1742	4АС225М4	50	0,87	0,92	0,76	347	5	1735
4АС112М4	5,6	0,79	0,83	0,92	252	7,8	1966	4АС250S4	56	0,87	0,92	0,75	309	3,4	1051
4АС132S4	8,5	0,82	0,85	0,95	289	6,5	1879	4АС250М4	63	0,87	0,93	0,7	305	3,3	1007
4АС132М4	11,8	0,84	0,86	0,95	283	6,6	1868								

повышенное скольжение IP44 $2p = 6$															
тип	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*А/см*	*А/мм*^{2}	*Δt°C*	*тип*	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*А/см*	*А/мм*^{2}	*Δt°C*
4АС71А6	0,4	0,62	0,70	0,82	216	7,3	1577	4АС132М6	8,5	0,80	0,80	0,93	284	7,5	2130
4АС71В6	0,63	0,65	0,70	0,85	232	8,1	1879	4АС160S6	12	0,82	0,85	0,86	294	6,9	2029
4АС80А6	0,8	0,61	0,68	0,93	248	8,5	2108	4АС160М6	16	0,84	0,85	0,81	295	6,6	1947
4АС80В6	1,2	0,66	0,73	0,85	236	7,7	1817	4АС180М6	19	0,84	0,90	0,82	394	6,6	2600
4АС90L6	1,7	0,71	0,72	0,92	244	7,8	1903	4АС200М6	22	0,83	0,92	0,7	367	5,8	2129
4АС100L6	2,6	0,75	0,76	0,87	261	7	1827	4АС200L6	28	0,85	0,91	0,77	361	5,8	2094
4АС112МА6	3,2	0,72	0,74	0,96	261	7	1827	4АС225М6	33,5	0,81	0,91	0,78	340	5,3	1802
4АС112МВ6	4,2	0,75	0,79	0,9	268	7,8	2090	4АС250S6	40	0,89	0,90	0,76	323	4,7	1518
4АС132S6	6,3	0,79	0,80	0,95	296	8,4	2486	4АС250М6	45	0,86	0,88	0,88	288	4,3	1238

повышенное скольжение IP44 *2p* = 8															
тип	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*А/см*	*$А/мм^2$*	*Δt°C*	*тип*	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*А/см*	*$А/мм^2$*	*Δt°C*
4АС71В8	0,3	0,5	0,61	0,81	239	8,3	1984	4АС132S8	4,5	0,76	0,7	0,99	297	7,9	2346
4АС80А8	0,45	0,53	0,61	0,83	228	7,7	1756	4АС132М8	6	0,77	0,7	0,98	236	7,4	1746
4АС80В8	0,6	0,58	0,63	0,8	232	7,7	1786	4АС160S8	9	0,81	0,8	0,82	318	7,2	2290
4АС90LА8	0,9	0,61	0,65	0,86	235	7,8	1833	4АС160М8	12,5	0,82	0,79	0,82	314	6,8	2135
4АС90LВ8	1,2	0,65	0,64	0,86	237	7,6	1801	4АС180М8	15	0,83	0,83	0,81	378	6,4	2419
4АС100L8	1,6	0,69	0,63	0,84	259	6,8	1761	4АС200М8	20	0,83	0,85	0,79	323	6,8	2196
4АС112МА8	2,2	0,68	0,65	0,96	273	7	1911	4АС225М8	26,5	0,83	0,85	0,87	360	5,3	1908
4АС112МВ8	3,2	0,72	0,7	0,94	295	8	2360	4АС250S8	36	0,85	0,85	0,8	389	5,8	2256

IP23 *2p* = 2															
тип	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*А/см*	*$А/мм^2$*	*Δt°C*	*тип*	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*А/см*	*$А/мм^2$*	*Δt°C*
4АН160S2	22	0,88	0,88	0,77	460	8,4	3864	4АН200М2	55	0,91	0,90	0,83	465	5,7	2651
4АН160М2	30	0,90	0,91	0,7	491	9	4419	4АН200L2	75	0,92	0,90	0,82	508	6,2	3150
4АН180S2	37	0,91	0,91	0,83	448	6,3	2822	4АН225М2	90	0,92	0,88	0,92	525	6,4	3360
4АН180М2	45	0,91	0,91	0,79	482	7	3374	4АН250S2	110	0,93	0,86	0,87	505	5,6	2828

IP23 *2p* = 4															
тип	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*А/см*	*$А/мм^2$*	*Δt°C*	*тип*	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*А/см*	*$А/мм^2$*	*Δt°C*
4АН160S4	18,5	0,88	0,87	0,72	304	7,2	2189	4АН200L4	55	0,92	0,89	0,78	414	6,5	2691
4АН160М4	22	0,90	0,88	0,69	373	6,7	2499	4АН225М4	75	0,92	0,89	0,82	470	6,8	3196
4АН180S4	30	0,90	0,84	0,81	418	6,7	2801	4АН250S4	90	0,93	0,89	0,81	472	5,2	2454
4АН180М4	37	0,90	0,89	0,79	413	6,9	2850	4АН250М4	110	0,93	0,89	0,83	507	5,5	2789
4АН200М4	45	0,91	0,89	0,8	424	6,7	2841								

IP23 *2p* = 6															
тип	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*А/см*	*$А/мм^2$*	*Δt°C*	*тип*	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*А/см*	*$А/мм^2$*	*Δt°C*
4АН180S6	18,5	0,89	0,85	0,8	397	6,7	2660	4АН250S6	55	0,92	0,87	0,85	392	5,9	2313
4АН180М6	22	0,88	0,87	0,8	383	6,7	2566	4АН250М6	75	0,93	0,87	0,85	395	5,5	2173
4АН200М6	30	0,90	0,88	0,81	417	6,6	2752	4АН280S6	90	0,92	0,89	0,85	445	4,9	2181
4АН200L6	37	0,90	0,88	0,81	379	6,2	2350	4АН280М6	110	0,92	0,89	0,82	460	5,4	2484
4АН225М6	45	0,91	0,87	0,83	430	6,5	2795								

IP23 *2p* = 8															
тип	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*А/см*	*$А/мм^2$*	*Δt°C*	*тип*	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*А/см*	*$А/мм^2$*	*Δt°C*
4АН180S8	15	0,88	0,87	0,81	377	6,4	2413	4АН250S8	45	0,91	0,81	0,84	410	5,9	2419
4АН180М8	18,5	0,87	0,80	0,75	373	6,1	2275	4АН250М8	55	0,92	0,81	0,83	425	6,2	2635
4АН200М8	22	0,89	0,54	0,75	403	6,5	2620	4АН280S8	75	0,92	0,85	0,82	390	4,4	1716
4АН200L8	30	0,89	0,82	0,76	379	6	2274	4АН280М8	90	0,92	0,86	0,82	408	4,3	1754
4АН225М8	37	0,90	0,81	0,83	416	6,4	2662	4АН315S8	110	0,93	0,86	0,79	434	4,6	1996

IP23 *2p* = 10															
тип	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*А/см*	*$А/мм^2$*	*Δt°C*	*тип*	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*А/см*	*$А/мм^2$*	*Δt°C*
4АН280S10	45	0,90	0,81	0,71	432	4,3	1858	4АН315М10	90	0,91	0,82	0,73	455	5	2275
4АН280М10	55	0,90	0,81	0,72	437	4,6	2010	4АН355S10	110	0,92	0,83	0,84	453	4,5	2039
4АН315S10	75	0,91	0,82	0,72	435	4,9	2132								

IP23 $2p$ = 12														
тип	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*A/см*	*A/мм²*	*Δt°C*	*тип*	*P*	*кпд*	*cos*	*Bδ*	*A/см*	*A/мм²*	*Δt°C*
4АН315S12	55	0,90	0,78	0,68	451	4,8	2165	4АН355S12	90	0,91	0,77	0,89	444	4,3	1909
4АН315М12	75	0,91	0,78	0,8	442	5	2210	4АН355М12	110	0,92	0,77	0,93	450	4,4	1980

Значение индукции в воздушном зазоре *Bδ*, *Тл*. двигателей АИР (IP44)

при числе полюсов	высота оси вращения										
	71	80	90	100	112	132	160	180	200	225	250
$2p$ = 2	0,77	0,75	0,75	0,74	0,71	0,72	0,73	0,85	0,81	0,74	0,81
	0,80	0,69	–	0,71	–	–	0,73	0,81	0,81	–	0,79
$2p$ = 4	0,88	0,83	0,85	0,89	0,86	0,90	0,83	0,80	0,86	0,80	0,76
	0,88	0,80	–	0,88	–	0,90	0,81	0,81	0,82	–	0,76
$2p$ = 6	0,87	0,90	0,85	0,86	0,85	0,85	0,85	0,76	0,72	0,89	0,82
	0,81	0,84	–	–	0,82	0,88	0,87	–	0,76	–	0,84
$2p$ = 8	0,77	0,90	0,70	0,85	0,90	0,94	0,90	0,79	0,77	0,88	0,89
	0,77	0,90	0,72	–	0,90	0,92	0,90	–	0,76	–	0,89

Значение линейной нагрузки *A/см*. двигателей АИР (IP44) справочные данные.

при числе полюсов	высота оси вращения										
	71	80	90	100	112	132	160	180	200	225	250
$2p$ = 2	170	210	–	250	280	245	360	400	450	435	470
	200	240	240	275	–	–	350	415	450	–	480
$2p$ = 4	230	220	–	280	270	285	345	390	375	365	320
	215	225	245	270	–	300	355	390	390	–	390
$2p$ = 6	210	225	–	–	270	270	305	345	350	365	380
	210	230	245	235	270	275	305	–	375	–	400
$2p$ = 8	205	205	225	–	285	285	295	370	360	385	420
	170	210	–	250	280	245	360	400	450	435	470

Значение *кпд* и *cos*φ, линейной нагрузки, плотность тока, фактор нагрева двигателей АИР (IP44) расчетные данные.

IP44 $2p$ = 2													
тип	*P*	*η*	*cosφ*	*A/см*	*A/мм²*	*Δt°C*	*тип*	*P*	*η*	*cosφ*	*A/см*	*A/мм²*	*Δt°C*
АИР71А2	0,75	0,78	0,83	164	5,56	910	АИР160S2	15	0.90	0,89	358	5,15	1842
АИР71В2	1,1	0,79	0,83	203	8,15	1657	АИР160М2	18,5	0,9	0,9	354	4,90	1733
АИР80А2	1,5	0,81	0,85	210	6,55	1375	АИР180S2	22	0,9	0,89	388	4,91	1909
АИР80В2	2,2	0,83	0,87	242	7,26	1755	АИР180М2	30	0,91	0,9	421	5,37	2264
АИР90L2	3	0,84	0,88	239	6,21	1488	АИР200М2	37	0,91	0,87	441	4,53	1998
АИР100S2	4	0,87	0,88	251	5,04	1265	АИР200L2	45	0,92	0,88	477	5,01	2392
АИР100L2	5,5	0,88	0,89	276	5,43	1496	АИР225М2	55	92,5	0,91	433	4,88	2112
АИР112М2	7,5	0,87	0,88	287	6,12	1754	АИР250S2	75	0,93	0,9	481	4,27	2052
АИР132М2	11	0,88	0,9	279	5,42	1515	АИР250М2	90	0,93	0,92	505	4,43	2237

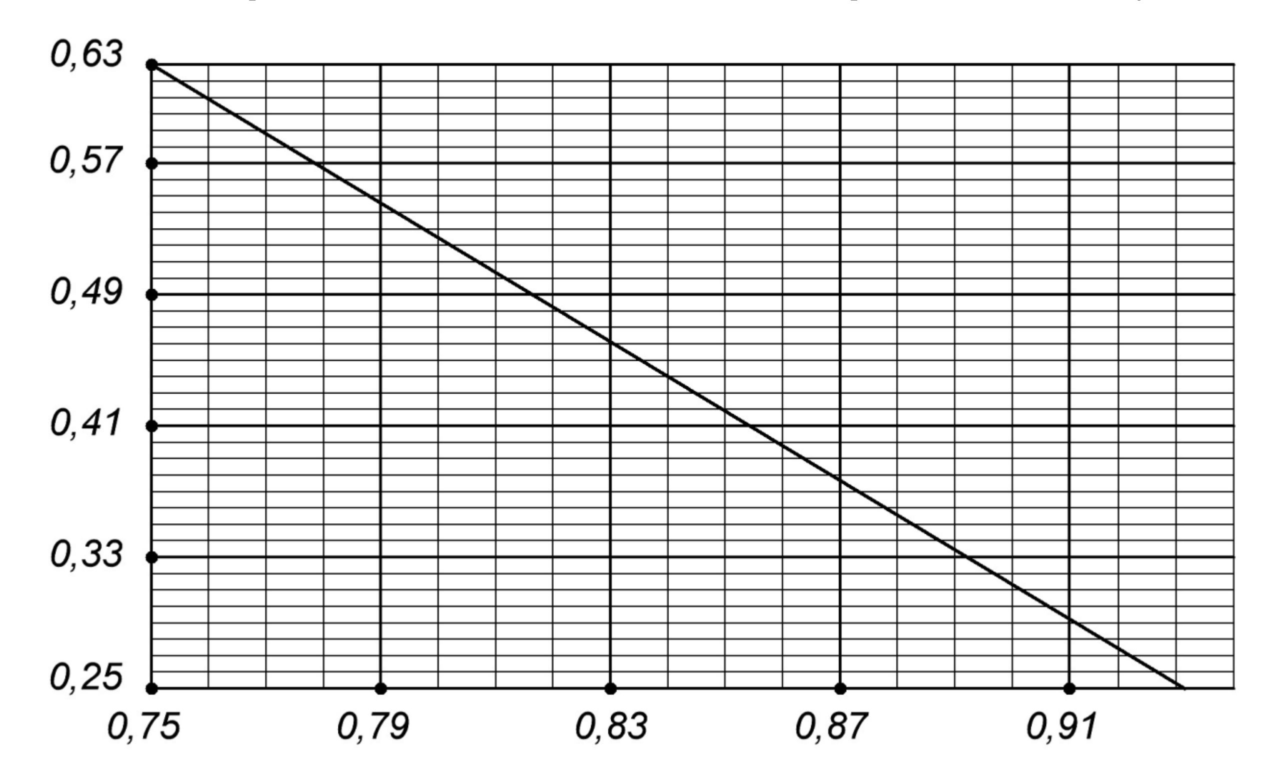
IP44 2p = 4													
тип	*P*	*η*	*cosφ*	*А/см*	*А/мм²*	*Δt°C*	*тип*	*P*	*η*	*cosφ*	*А/см*	*А/мм²*	*Δt°C*
АИР71А4	0,55	0,7	0,7	248	8,23	2041	АИР160S4	15	0,9	0,89	353	5,29	1870
АИР71В4	0,75	0,73	0,76	231	7,74	1788	АИР160М4	18,5	0,9	0,89	364	5,53	2016
АИР80А4	1,1	0,75	0,81	217	8,71	1889	АИР180S4	22	0,9	0,87	391	5,26	2054
АИР80В4	1,5	0,78	0,83	225	8,90	2004	АИР180М4	30	0,92	0,87	390	5,35	2085
АИР90L4	2,2	0,81	0,83	243	8,75	2126	АИР200М4	37	0,92	0,89	377	5,22	1968
АИР100S4	3	0,82	0,83	280	6,80	1906	АИР200L4	45	0,92	0,89	396	5,15	2038
АИР100L4	4	0,85	0,84	271	6,20	1682	АИР225М4	55	0,93	0,89	409	4,96	2030
АИР112М4	5,5	0,85	0,86	287	6,54	1876	АИР250S4	75	0,94	0,88	432	4,46	1929
АИР132S4	7,5	0,87	0,86	283	5,48	1550	АИР250М4	90	0,94	0,89	456	4,61	2103
АИР132М4	11	0,87	0,87	296	5,57	1650							

IP44 2p = 6													
тип	*P*	*η*	*cosφ*	*А/см*	*А/мм²*	*Δt°C*	*тип*	*P*	*η*	*cosφ*	*А/см*	*А/мм²*	*Δt°C*
АИР71А6	0,37	0,65	0,65	215	8,35	1792	АИР132М6	7,5	0,85	0,81	271	6,59	1783
АИР71В6	0,55	0,68	0,7	219	8,82	1931	АИР160S6	11	0,88	0,83	310	6,57	2038
АИР80А6	0,75	0,7	0,72	226	9,14	2067	АИР160М6	15	0,88	0,85	303	6,52	1976
АИР80В6	1,1	0,74	0,74	225	7,73	1736	АИР180М6	18,5	0,89	0,85	366	5,94	2172
АИР90L6	1,5	0,76	0,72	248	8,27	2049	АИР200М6	22	0,9	0,83	349	5,53	1928
АИР100L6	2,2	0,81	0,74	236	6,28	1483	АИР200L6	30	0,9	0,85	397	6,32	2508
АИР112МА6	3	0,81	0,76	274	7,62	2085	АИР225М6	37	0,91	0,85	385	5,99	2309
АИР112МВ6	4	0,82	0,81	289	7,53	2173	АИР250S6	45	0,92	0,85	401	5,45	2183
АИР132S6	5,5	0,85	0,8	325	7,85	2550	АИР250М6	55	0,92	0,86	400	5,61	2241

IP44 2p = 8													
тип	*P*	*η*	*cosφ*	*А/см*	*А/мм²*	*Δt°C*	*тип*	*P*	*η*	*cosφ*	*А/см*	*А/мм²*	*Δt°C*
АИР71В8	0,25	0,56	0,65	206	8,27	1701	АИР132М8	5,5	0,83	0,74	281	7,03	1979
АИР80А8	0,37	0,6	0,61	208	7,94	1649	АИР160S8	7,5	0,87	0,75	296	5,31	1573
АИР80В8	0,55	0,64	0,63	222	8,44	1870	АИР160М8	11	0,87	0,75	300	5,46	1638
АИР90LA8	0,75	0,7	0,66	153	6,67	1019	АИР180М8	15	0,89	0,82	377	6,01	2267
АИР90LB8	1,1	0,72	0,7	166	6,80	1125	АИР200М8	18,5	0,89	0,81	392	6,24	2441
АИР100L8	1,5	0,76	0,73	215	5,54	1193	АИР200L8	22	0,9	0,81	383	3,28	1257
АИР112МА8	2,2	0,76	0,71	294	7,20	2116	АИР225М8	30	0,9	0,81	386	6,32	2435
АИР112МВ8	3	0,79	0,74	269	6,86	1848	АИР250S8	37	0,92	0,78	420	5,50	2308
АИР132S8	4	0,83	0,7	271	6,50	1759	АИР250М8	45	0,92	0,79	438	5,88	2571

IP44 2p = 10													
тип	*P*	*η*	*cosφ*	*А/см*	*А/мм²*	*Δt°C*	*тип*	*P*	*η*	*cosφ*	*А/см*	*А/мм²*	*Δt°C*
АИР250S10	22	-	-	375	5,48	2054	АИР250М10	30	-	-	398	5,62	2238

Расчет приближенного тока холостого хода электродвигателя по cosφ.



По нижней линии находим соответствующий электродвигателю *cosφ* (0,75 – 0,91).
На пересечении линии – на вертикальной оси соответствующий коэффициент.

Расчетная формула:

$$Io = k \times I\text{н} \times cos$$

Где: Io – ток холостого хода, A, k – коэффициент расчета, Iн – номинальный ток двигателя, *cosφ* – косинус "*фи*".
Например, *cosφ* 0,89 соответствует коэффицент 0,335, тогда ток холостого хода составит:

$$Io = 0{,}335 \times 18{,}5 \times 0{,}89 = 5{,}5\ A$$

Средние значения тока холостого хода в долях от номинального.

Р, кВт	синхронная скорость вращения, *об. мин*.					
	3000	1500	1000	750	600	500
0,1 – 0,5	0,55	0,7	0,8	0,9	0,95	0,95
0,51 – 1	0,4	0,55	0,6	0,65	0,85	0,9
1,1 – 5	0,35	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7
5,1 – 10	0,25	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65
10,1 – 25	0,2	0,40	0,45	0,5	0,55	0,6
25,1 – 50	0,18	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55
50,1 – 100	0,18	0,3	0,33	0,35	0,4	0,45

Таблица 12. Бабенко 1965. Допустимые величины тока холостого хода электродвигателей в процентах номинального.

Мощность электродвигателя, *квт*	Скорость вращения электродвигателя *об. мин.*					
	3000	1500	1000	750	600	500
От 0,1 – до 0,5	60	75	85	90	95	–
0,51 – 1,0	50	70	75	80	85	90
1,1 – 5,0	45	65	70	75	80	85
5,1 – 10,0	40	60	65	70	75	80
10,1 – 25,0	30	55	60	65	70	75
25,1 –50,0	20	50	55	60	65	70
50,1 – 100	18	40	45	50	55	60

Средние значения токов холостого хода асинхронных электродвигателей в долях от номинального тока.

Мощность *квт*	Синхронная скорость вращения об. мин.					
	3000	1500	1000	750	600	500
0,1 – 0,5	0,55	0,70	0,80	0,90	0,95	–
0,51 – 1,0	0,40	0,55	0,60	0,65	0,85	0,90
1,1 – 5,0	0,35	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
5,1 – 10	0,25	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65
10,1 – 25	0,20	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
25,1 – 50	0,18	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55
50,1 – 100	0,18	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45

Примечание. Для крановых электродвигателей величины тока холостого хода выше указанных в этой таблице в 1,3 – 1,4 раза.

Мощность *квт*	500 – 1500 *об. мин.*		3000 *об. мин.*	
	Нормальный зазор, *мм.*	Увеличенный зазор, *мм.*	Нормальный зазор, *мм.*	Увеличенный зазор в *мм.*
0,12 – 0,25	0,20	0,30	0,25	0,40
0,5 – 0,75	0,25	0,40	0,30	0,50
1 – 2	0,30	0,50	0,35	0,50
2 – 7,5	0,35	0,65	0,50	0,80
10 – 15	0,40	0,65	0,65	1,00
20 – 40	0,50	0,80	0,80	1,25
50 – 75	0,65	1,00	1,00	1,50
100	0,80	1,25	1,25	1,75
125 – 180	0,80	1,25	1,25	1,75
200 – 250	1,00	1,50	1,50	2,00

Допустимые отклонения величин воздушных зазоров в процентах от среднеарифметического значения ± 10%

Величины воздушного зазора.

h высота оси вращения, *мм*.	δ (*мм*.) при различных значениях $2p$			
	2	4	6 и 8	10 и 12
50	0,25	0,25	0,25	–
56	0,30	0,25	0,25	–
63	0,35	0,25	2,25	–
71, 80	0,35	0,25	0,25	–
90	0,40	0,25	0,25	–
100	0,45	0,30	0,30	–
112	0,50	0,30	0,30	–
132	0,60	0,35	0,35	–
160	0,80	0,50	0,50	–
180	1,0	0,60	0,45	–
200	1,0	0,70	0,50	–
225	1,0	0,85	0,60	–
250	1,2	1,0	0,70	–
280	1,3	1,0	0,80	0,70
315	1,5	1,0	0,90	0,80
355	1,8	1,2	1,0	0,90
400	2,0	1,4	1,2	1,0
450	2,0	1,4	1,2	1,0

Изоляция пазовая всыпной статорной обмотки асинхронного двигателя.

высота оси вращения 50 – 132 *мм.*		
	1 коробка пазовая	0,2 – 0,25 *мм.*
	2 крышка пазовая	0,25 – 0,35 *мм.*
	прокладка межфазная в лобовой части обмотки	0,35 *мм.*
	изоляция внутримашинных соединений	трубка типа ТКСП
	бандаж лобовых частей	нить полиэфирная крученая или стеклянная
	пропитка лак типа	КО916
	покрытие лобовых частей	эмаль типа ГФ

высота оси вращения 160 – 250 мм.		
	1 коробка пазовая	0,37 – 0,4 *мм.*
	2 крышка пазовая	0,5 *мм.*
	3 прокладка межслойная	0,37 – 0,5 *мм.*
	4 прокладка под клин	0,5 *мм.*
	5 клин пазовый	
	прокладка межфазная в лобовой части обмотки	0,37 – 0,4 *мм.*
	изоляция внутримашинных соединений	трубка типа ТКСП
	бандаж лобовых частей	нить стеклянная
	пропитка лак	КО916, ПЭ993
	покрытие лобовых частей	эмаль типа ЭП91

высота оси вращения 280 – 355 мм.		
	1 коробка пазовая	0,6 – 0,65 *мм.*
	2 прокладка под клин	0,5 *мм.*
	3 прокладка межслойная	0,4 – 0,5 *мм.*
	4 клин пазовый	
	5 прокладка на дно паза	0,5 *мм.* (стеклотекстолит)
	прокладка межфазная в лобовой части обмотки	0,45 *мм.*
	изоляция внутримашинных соединений	трубка типа ТКСП и стеклоткань
	бандаж лобовых частей	лента стеклянная или лавсановая тафтяная
	привязка межфазных прокладок	нить стеклянная
	пропитка лак	КО916, КО964
	покрытие лобовых частей	эмаль типа ЭП91

Рекомендации толщин изоляционных гильз, коробка пазовая (круглый провод) в зависимости от мощности.

P, квт	толщина гильз, *мм.*	*P, квт*	толщина гильз, *мм.*
до 1	0,2	60 – 80	0,4
1 – 2	0,22	80 – 110	0,4
2 – 3	0,22	110 – 140	0,5
3 – 5	0,27	140 – 170	0,5
5 – 10	0,27	170 – 200	0,6
10 – 15	0,3	200 – 250	0,6
15 – 25	0,35	250 – 300	0,8
25 – 40	0,35	300 – 400	0,8
40 – 60	0,4		

Толщины пазовой изоляции электродвигателей АИР

высота оси вращения, *мм.*	односторонняя толщина изоляции, *мм.*
45 – 80	0,2
90 – 132	0,3
160 – 250	0,4
280 – 355	0,5

0

высота оси вращения, *мм.*	толщина пазовой крышки, не менее, *мм.*
45 – 80	0,3
90 – 100	0,35
112 – 132	0,4
160 – 250	0,5

Сечение выводных проводов в зависимости от мощности.

P, квт	кабель на 3 вывода △Y и 6 выводов Y, *мм*^{2}.	кабель на 6 выводов △, *мм*^{2}.	плот. тока *А/мм*^{2}	сила тока *А*	*P, квт*	кабель на 3 вывода △Y и 6 выводов Y, *мм*^{2}.	кабель на 6 выводов △, *мм*^{2}.	плот. тока *А/мм*^{2}	сила тока, *А*
до 1	0,5	0,35	10	5	60 – 80	25	16	6	150
1 – 2	0,75	0,5	9,5	7	80 – 110	35	25	5	190
2 – 3	1,0	0,75	9	9	110 – 140	50	25	5	250
3 – 5	1,5	1,0	9	14	140 – 170	70	35	4,5	310
5 - 10	2,5	1,5	9	23	170 – 200	90	50	4	360
10 – 15	4	2,5	8,5	35	200 – 250	110	50	4	440
15 – 25	6	4	8	50	250 - 300	125	70	4	500
25 – 40	10	6	7,5	75	300 – 400	140	70	4	560
40 – 60	16	10	7	110					

Коэффициенты заполнения паза проводниками электродвигателей серии 4А.

высота оси вращения *h, мм.*	диаметры проводов* *d, мм.*	толщина изоляции провода (средняя) *мм.*	толщина пазовой коробки *мм.*	тип обмотки	k_1	k_2	k_3	kпм
					$\left(\frac{d}{d_{из}}\right)^2$	$\frac{Q_{пиз}}{Q_п}$	$\frac{n \times d_{из}^2}{Q_{пиз}}$	$\frac{Q_{медь}}{Q_п}$
56	0,29 – 0,33	0,05	0,20	однсл	0,74	0,85	0,65	0,41
63	0,33 – 0,44	0,05	0,20	–	0,78	0,86	0,65	0,43
71	0,41 – 0,59	0,05 – 0,06	0,25	–	0,81	0,73	0,74	0,44
80	0,49 – 0,93	0,05 – 0,07	0,25	–	0,84	0,75	0,73	0,46
90	0,67– 1,08	0,06 – 0,08	0,25	–	0,85	0,75	0,73	0,47
100	0,93 – 1,30	0,07 – 0,08	0,25	–	0,87	0,79	0,72	0,49
112	1,04 – 1,40	0,08	0,30	–	0,88	0,75	0,73	0,48
132	1,04 – 1,40	0,08	0,30	–	0,88	0,78	0,72	0,49
160	1,16 – 1,56	0,08	0,40	–	0,89	0,74	0,72	0,47
180	1,16 – 1,56	0,08	0,40	одн– двсл	0,89	0,73	0,72	0,465
200	1,20 – 1,56	0,08	0,40	одн– двсл	0,894	0,76	0,72	0,49
225	1,30 – 1,50	0,08	0,40	двсл	0,897	0,77	0,73	0,50
250	1,50 – 1,62	0,08	0,40	двсл	0,90	0,77	0,73	0,51

*некоторые номиналы диаметров не применяются в настоящее время, устарели.

k_1 – соотношение сечений изолированного провода и не изолированного:

$$k_1 = \left(\frac{d}{d_{из}}\right)^2$$

где d – диаметр голого проводника, $d_{из}$ – диаметр изолированного проводника, k_1 – коэффициент характеризующий влияние диаметра и толщины изоляции провода на использование площади паза, соотношение сечения голого проводника к сечению с изоляцией, занимаемая часть изоляции от сечения изолированного проводника по отношению к сечению голого.

k_2 – коэффициент заполнения паза изоляцией, соотношение между площадью просвета изолированного паза $Q_{пиз}$ и не изолированного $Q_п$:

$$k_2 = \frac{Q_{пиз}}{Q_п}$$

k_3 – коэффициент заполнения изолированного паза изолированными проводниками (в среднем 0,72 – 0,75):

$$k_3 = \frac{n \times d_{из}^2}{Q_{пиз}}$$

где $d_{из}$ – диаметр изолированного проводника, n – количество проводников, $Q_{пиз}$ – сечение просвета паза изолированного (остаток после изолировки, то есть минус сечение пазовой коробки, прокладок, клина), коэффициент заполнения паза изолированными проводниками (в среднем принимается 0,72 – 0,75), технологический коэффициент характеризующий влияние неизбежных зазоров между проводами в пазе и не упорядочностью укладки. Этот коэффициент, как основной заполнения паза проводниками, приводится в учебниках по расчету и конструированию электродвигателей.

kпм – заполнение паза медью. Отношение суммы площади сечения всех проводников к площади не изолированного паза:

$$k\text{пм} = \frac{\frac{n \times \pi \times d^2}{4}}{Q\text{п}} = \frac{\pi}{4} \times k_1 \times k_2 \times k_3 = \frac{Q\text{медь}}{Q\text{п}}$$

где n – количество проводников, d – диаметр голого проводника, Qп – сечение просвета не изолированного паза, Qмедь – сумма сечений всех проводников (голых).
Этот коэффициент встречается в ряде пособий по расчету элеткродвигателя при ремонте, в части расчета диаметра проводников при заполнении паза, авторов Жерве, Кокорев и других.

Соответствие высот вращения серий двигателей внешнему диаметру статора *Da*.

h, *мм.*	серия АО	серия АО2	серия 4А	серия АИР	серия РА
	Da, *мм.*				
56	–	–	89	89	–
63	–	–	100	100	–
71	–	–	116	114	120
80	–	–	131	126	120/140
90	–	133	149	145	140
100	145	153	168	163	140
112	–	180	191	184	206
125	182	–	–	–	–
132	–	208	225	215	206
160	–	243	272	260	273
170	245	–	–	–	–
180	–	291	313	295	273
200	327	343	349	327	296
225	–	–	392	368	296
236	368	–	–	–	–
250	–	393	437	420	344/400
280	423	458	520	480	–
315	493	–	–	–	–

Наивыгоднейшее укорочение шага обмотки (β) и коэффициенты укорочения (kу) и распределения (kр) и обмоточный коэффициент (kоб) в зависимости от числа пазов на полюс и фазу (q), в соответствии количества пазов статора Z и числа полюсов $2p$.

β	*уук*	*q*	*в виде простой дроби*	*kу*	*kр*	*kоб*	Число полюсов/число пазов					
							2	4	6	8	10	12
3/3,75 = 0,8	3 (1–4)	1,25	$1\frac{1}{4} = {}^{5}/_{4}$	0,951	0,956	0,909	–	15	–	30	–	45
4/4,5 = 0,89	4 (1–5)	1,5	$1\frac{1}{2} = {}^{3}/_{2}$	0,984	0,959	0,943	9	18	27	36	45	54
5/6 = 0,83	5 (1–6)	2		0,966	0,966	0,933	12	24	36	48	60	72
6/6,75 = 0,89	6 (1–7)	2,25	$2\frac{1}{4} = {}^{9}/_{4}$	0,984	0,955	0,939	–	27	–	54	–	81
6/7,5 = 0,8	6 (1–7)	2,5	$2\frac{1}{2} = {}^{5}/_{2}$	0,951	0,956	0,909	15	30	45	60	75	90
7/9 = 0,78	7 (1–8)	3		0,939	0,959	0,902	18	36	54	72	90	–
8/9 = 0,89	8 (1–9)	3		0,984	0,959	0,945	18	36	54	72	90	–
7/12 = 0,58	7 (1–8)	4		0,793	0,957	0,759	24	–	–	–	–	–
8/12 = 0,67	8 (1–9)	4		0,866	0,957	0,829	24	–	–	–	–	–
9/12 = 0,75	9 (1–10)	4		0,923	0,957	0,883	24	–	–	–	–	–
10/12 = 0,83	10 (1–11)	4		0,966	0,957	0,925	24	48	72	96	–	–
11/15 = 0,73	11 (1–12)	5		0,913	0,956	0,873	30	60	–	–	–	–
12/15 = 0,8	12 (1–13)	5		0,951	0,956	0,909	30	60	90	–	–	–
13/15 = 0,87	13 (1–14)	5		0,978	0,956	0,935	30	60	90	–	–	–
11/18 = 0,61	11 (1–12)	6		0,819	0,956	0,783	36	–	–	–	–	–
12/18 = 0,67	12 (1–13)	6		0,866	0,956	0,828	36	–	–	–	–	–
13/18 = 0,73	13 (1–14)	6		0,906	0,956	0,866	36	–	–		–	–
14/18 = 0.78	14 (1–15)	6		0,939	0,956	0,898	36	–	–	–	–	–
15/18 = 0,83	15 (1–16)	6		0,965	0,956	0,923	36	72	–	–	–	–
13/24 = 0,54	13 (1–14)	8		0,751	0,955	0,717	48	–	–	–	–	–
14/24 = 0,58	14 (1–15)	8		0,793	0,955	0,757	48	–	–	–	–	–
15/24 = 0,63	15 (1–16)	8		0,831	0,955	0,794	48	–	–	–	–	–
16/24 = 0,67	16 (1–17)	8		0,866	0,955	0,827	48	–	–		–	–
17/24 = 0,71	17 (1–18)	8		0,896	0,955	0,856	48	–	–	–	–	–

Количество катушечных групп в фазе и рекомендуемые шаги по пазам в двухслойных и однослойных обмотках "в развалку"

об. мин.	*Z*	*y*	катушечных групп в фазах × катушек в группе	*y*	катушечных групп в фазах × катушек в группе
двухслойная обмотка				однослойная обмотка "в развалку"	
3000	12	1 – 6	2 × 2	1 – 6	2 × 1
3000	18	1 – 8	2 × 3	1 – 8	1 × 1 + 1 × 2
3000	24	1 – 9	2 × 4	1 – 11	2 × 2
3000	30	1 – 11	2 × 5	–	–
3000	36	1 – 13	2 × 6	1 – 16	2 × 3
3000	48	1 – 18	2 × 8	1 – 21	2 × 4
1500	18	1 – 5	2 × 1 + 2 × 2	–	–
1500	24	1 – 6	4 × 2	1 – 6	4 × 1
1500	27	1 – 7	3 × 2+1 × 3	–	–
1500	36	1 – 8	4 × 3	1 – 8; 1 – 9	2 × 1 + 2 × 2
1500	42	1 – 9	2 × 3 + 2 × 4	–	–
1500	48	1 – 11	4 × 4	1 – 11	4 × 2
1500	54	1 – 13	2 × 4 + 2 × 5	–	–
1500	60	1 – 14	4 × 5	–	–
1000	27	1 – 5	3 × 1 + 3 × 2	–	–
1000	36	1 – 6	6 × 2	1 – 6	6 × 1
1000	45	1 – 7	3 × 2 + 3 × 3	–	–
1000	54	1 – 8	6 × 3	1 – 8, 1 – 9	3 × 1 + 3 × 2
1000	72	1 – 11	6 × 4	1 – 11	6 × 2
750	36	1 – 5	4 × 1 + 4 × 2	–	–
750	48	1 – 6	8 × 2	1 – 6	8 × 1
750	54	1 – 7	6 × 2 + 2 × 3	–	–
750	60	1 – 7	4 × 2 + 4 × 3	–	–
750	72	1 – 8	8 × 3	–	–

Выполнимость однослойных и двухслойных трехфазных обмоток при дробном q.

скорость вращения, *об. мин.* (синхр.)	$2p/Z$	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72
3000	2	3	4	5	6	7	8	9	10	–	–
1500	4	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6
1000	6	1	–	–	2	–	–	3	–	–	4
750	8	–	1	1¼	1½	1¾	2	2¼	2½	2¾	3
600	10	–	–	1	1⅕	1⅖	1⅗	1⅘	2	2⅕	2⅖
500	12	–	–	–	1	–	–	1½	–	–	2

скорость вращения, *об. мин.* (синхр.)	$2p/Z$	15	21	27	33	39	45	51	57	63	69	75
3000	2	2½	3½	4½	5½	6½	7½	8½	–	–	–	–
1500	4	1¼	1¾	2¼	2¾	3¼	3¾	4¼	4¾	5¼	5¾	6¼
1000	6	–	–	1½	–	–	2½	–	–	3½	–	–
750	8	–	–	1⅛	1⅜	1⅝	1⅞	2⅛	2⅜	2⅝	2⅞	3⅛
600	10	–	–	–	$1\frac{1}{10}$	$1\frac{3}{10}$	1½	$1\frac{7}{10}$	$1\frac{9}{10}$	$2\frac{1}{10}$	$2\frac{3}{10}$	2½
500	12	–	–	–	–	–	1¼	–	–	1¾	–	–

Чередование катушек в катушечных группах при дробном q – катушек на полюс и фазу.

Дробное число пазов в общем случае может быть представлено в виде смешанного (целого с правильной дробью) числа:

$$q = b + \frac{c}{d}$$

где b – целое число; c/d – несократимая (правильная) дробь. Обмотку с дробным q обычно выполняют из малых и больших катушечных групп, отличающихся количеством катушек. В малой катушечной группе число катушек равно b, т. е. целой части числа q, в большой – на одну больше, т. е. b + 1. Эти катушечные группы для получения одинакового числа витков и пазов в фазах должны при укладке чередоваться в определенном порядке представленном таблице.

Порядок чередования катушечных групп при дробном числе пазов на полюс и фазу.

q	порядок чередования катушечных групп
$1^1/_2$	1, 2; 1, 2; …
$1^1/_4$	1, 1, 1, 2; 1, 1, 1, 2 …
$1^3/_4$	1, 2, 2, 2; 1, 2, 2, 2 …
$1^1/_5$	1, 1, 1, 1, 2; 1, 1, 1, 1, 2 …
$1^2/_5$	2, 1, 2, 1, 1; 2, 1, 2, 1, 1 …
$1^3/_5$	1, 2, 1, 2, 2; 1, 2, 1, 2, 2 …
$1^4/_5$	2, 2, 2, 2, 1; 2 ,2, 2, 2, 1 …
$1^1/_7$	1, 1, 1, 1, 1, 1, 2; 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2 …
$1^2/_7$	1, 2, 1, 1, 1, 2, 1; 1, 2 ,1, 1, 1, 2, 1 …
$1^3/_7$	2, 1, 2, 1, 2, 1, 1; 2, 1, 2, 1, 2, 1, 1 …
$1^4/_7$	2, 1, 2, 1 ,2, 1, 2; 2, 1, 2, 1, 2, 1, 2 …
$1^5/_7$	2, 1, 2, 2, 2, 1, 2; 2, 1, 2, 2, 2, 1, 2, …
$1^6/_7$	2, 2, 2, 2, 2, 2, 1; 2, 2, 2, 2, 2, 2, 1 …
$1^1/_8$	1, 1, 1, 1 ,1, 1, 1, 2; 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2 …
$1^3/_8$	2, 1, 2, 1, 1, 2, 1, 1; 2, 1, 2, 1, 1, 2, 1, 1 …
$1^5/_8$	2, 2, 1, 2, 2, 1, 2, 1; 2, 2, 1, 2, 2, 1, 2, 1 …
$1^7/_8$	2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 1; 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 1 …
$1^1/_{10}$	1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2; 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2 …
$1^3/_{10}$	2, 1, 1, 2, 1, 1, 2, 1, 1, 1; 2, 1, 1, 2, 1, 1, 2, 1, 1, 1 …
$1^7/_{10}$	2, 2, 2, 1, 2, 2, 1, 2, 2, 1; 2, 2, 2, 1, 2, 2, 1, 2, 2, 1 …
$1^9/_{10}$	2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 1; 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 1 …

Если целое числи перед дробью больше единицы, то в таблице чередования надо прибавить к каждой цифре разницу между этой цифрой и единицей. Например:
при q = $1^1/_2$ чередование 1, 2,
при q = $2^1/_2$ чередование 2, 3,
при q = $3^1/_2$ чередование 3, 4, и так далее

при q = $1^1/_4$ чередование 1, 1, 1, 2,
при q = $2^1/_4$ чередование 2, 2, 2, 3,
при q = $3^1/_4$ чередование 3, 3, 3, 4, и так далее

при q = $1^3/_4$ чередование 1, 2, 2, 2,
при q = $2^3/_4$ чередование 2, 3, 3, 3,
при q = $3^3/_4$ чередование 3, 4, 4, 4, и так далее

